N° 19 15 OCTOBRE 1930

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : Louis OLIVIER (1890-1910) — DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS (1910-1923)

DIRECTEUR : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire Naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. CH. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris, —

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie.

M. Pierre LAGRANGE
1896-1930

Le Comité de Rédaction de la *Revue générale des Sciences*, et tous ceux que leurs publications scientifiques mettaient en rapport avec la Maison G. Doin et Cie, viennent de perdre un collaborateur en la personne de Monsieur Pierre Lagrange. Nous ne pouvons relater qu'avec une vive émotion sa mort accidentelle, survenue le 19 août 1930, à l'âge de 34 ans.

Fils de Félix Lagrange, de l'Institut de France, frère et beau-frère de nos collègues Henri Lagrange et Paul Flandrin, il appartenait à cette génération d'hommes qui eurent vingt ans pendant la Grande Guerre.

Engagé dans l'aviation, où il fut d'emblée considéré comme un pilote exceptionnel, Pierre Lagrange réalisa le tour de force, montant des avions de bombardement, de faire, en missions exceptionnelles, du pilotage de chasse et de descendre des avions ennemis. Les citations qu'il reçut pour ses exploits, la médaille militaire, qui ont récompensé ses mérites, la réputation de courage réfléchi et tenace dont l'entouraient ses compagnons d'escadrille restent présents à l'esprit de tous ceux qui vécurent les heures glorieuses de notre aviation de guerre.

Les hostilités terminées, il avait montré, comme étudiant, qu'il était digne des traditions paternelles. Licencié en droit, diplômé de l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales, il était depuis quelques années l'associé de MM. Gaston Doin et André Deren et, avec eux, collaborait activement au développement de la librairie Gaston Doin et Cie.

Nous tenons à adresser à son frère, le Docteur Henri Lagrange, à ses sœurs et beaux-frères, le Docteur Paul Flandrin et Monsieur Pierre Cathala, Sous-Secrétaire d'Etat au Ministère du Travail, et à ses associés, l'expression de notre douloureuse sympathie.

Le Comité de Rédaction.

§ 2. — Sciences physiques.

Recherches dans l'Infra-Rouge sur la luminescence résiduelle des cristaux et microcristaux photoluminescents.

L'apparition dans le spectre visible de la phosphorescence latente sous l'action d'un faisceau de rayons infra-rouges présentée par certaines substances cristallines ou microcristallines photoluminescentes est un des plus curieux phénomènes qui s'offre à l'attention du physicien dans le domaine encore si mystérieux de la lumière froide. Le fait que l'on puisse faire surgir des radiations visibles d'un corps obscur en l'irradiant dans l'obscurité la plus complète par des rayons obscurs infra-rouges paraît au premier abord paradoxal et en opposition formelle avec la règle de Stokes qui constitue la loi fondamentale de la phosphorescence.

G. Le Bon[1] avait déjà établi que les sulfures de calcium et de strontium phosphorescents conservent

1. G. LE BON. : *L'Evolution des Forces* [livre IV, chap. I. p. 287-292-1910]. — La luminescence invisible (*Revue scientifique*, 28 janv. 1899).

après leur extinction normale une luminescence rémanente qu'on peut rendre visible en projetant des rayons infra-rouges à leur surface. J. Risler[1] a constaté également qu'une statuette enduite de sulfure de calcium préalablement excité, redevenue obscure, et conservée dans l'obscurité complète fait apparaître quand on la soumet au rayonnement infra-rouge « une luminosité étrange suffisante pour impressionner la plaque photographique ». A. Guntz[2] a découvert que le sulfure de zinc, qui doit sa luminescence jaune orangé à une trace du phosphorogène manganèse, conserve plusieurs jours après l'excitation une luminescence latente qui réapparaît brillamment dans un faisceau infra-rouge et cet auteur a utilisé ce phénomène dans sa méthode de photographie infra-rouge par phosphorographie. Nous[3] avons enfin étudié dans les principaux domaines du spectre général de l'énergie électromagnétique la variation en fonction du temps du seuil de thermoluminescence résiduelle des cristaux.

L'appareillage utilisé dans ces recherches a consisté pour l'excitation initiale en une lampe à vapeurs de mercure brûleur quartz type NL Gallois conjuguée au filtre Wood à base d'oxyde de nickel laissant passer la bande 3663 Å à 3650 Å et la raie 3341 Å avec une transparence maximum pour 3650 Å. Pour les grandes longueurs d'onde, on a employé comme source une 600 b. tungstène-azote avec dans le rouge visible et le début du proche infra-rouge les écrans Wratten 88, 89 et 89 A' ainsi que le verre rouge d'Iena et le flint D-262 Para-Hantois qui, sous une épaisseur de 15 mm. 6, laisse passer plus de 90 % des radiations de longueur d'onde inférieure à 2 µ 14. Dans le proche infra-rouge, le filtre optique était constitué par un verre noir de Charbonneau obscurci par les oxydes de Manganèse et de Cuivre fournissant entre 0 µ 75 et 4 µ 8 une transmission infra-rouge qui atteint 85 % dans la raie correspondant à 2 µ 5. Les plages luminescentes ont été préparées en coulant sur des plaques de verre les substances étudiées duluées dans le vernis amylaque (éther acétique, benzine, 4,5 % celluloïd).

Une première série de recherches a porté sur de nombreux sulfures photoluminescents constitués surtout par des diluants alcalino-terreux et ceux de la famille du zinc sensibilisés par les phosphorogènes Cuivre, Manganèse, Bismuth, etc. En particulier CaS (Bi, Na) à luminescence violette, SrS (Bi) à phosphorescence bleue, ZnS.CdS 12 % (Cu), jaune citron, ZnS.CdS 20 % (Cu) orangé, ZnS.CdS 25 % (Cu) rouge, ZnS (Mn) rouge, ZnS (Cu, Na) vert, et le sulfure de Magnésium à luminescence bleuâtre ont été spécialement étudiés; l'irradiation par la lampe à vapeur de mercure étant faite de manière à utiliser au maximum leur spectre d'excitation (3500 Å à 5300 Å pour la bande d'émission α du Cuivre avec ZnS.CdS 12 % (Cu) A. Guntz).

On constate ainsi, en observant la luminescence résiduelle avec un œil sensibilisé par un stage d'obscuration de trente minutes et contrôlé au moyen d'une cellule photoélectrique avec amplificateur à triodes, que presque tous ces corps présentent ce curieux phénomène avec une intensité très variable d'ailleurs; maximum avec le phosphorogène Manganèse, elle devient extrêmement faible dans le cas de ZnS (CuNa) à luminescence verte et même nulle dans certains échantillons de ce sulfure. Tous font apparaître nettement dans l'infra-rouge de Charbonneau, et mieux encore dans le rouge visible, l'effet extincteur Becquerel précédé de l'illumination fugace. Avec les sulfures photoluminescents à persistance courte comme ceux à luminescence rouge, on obtient lorsque l'extinction normale est presque complète tous les intermédiaires entre l'illumination fugace et l'apparition de la luminescence latente suivre elle aussi de l'effet extincteur Becquerel.

Si l'on passe de ces substances microcristallines au groupe des cristaux naturels où la persistance lumineuse se réduit à l'ordre de la minute, on observe, après excitation sans filtre Wood pour augmenter la luminosité, un effet extincteur qui dans le rouge visible apparaît sur de nombreuses variétés de Chlorophages : Etressin, Royat, Pont-du-Château, Saugeac, Chavagnac-Lafayette, Roumiga, ainsi qu'avec la Fluorine violette cubique de Durham, la Fluorine jaune de Cumberland, l'Apatite de Renfrew et la Leucophane de Brewig. Cet effet extincteur est beaucoup plus faible et même souvent absent dans l'infra-rouge de Charbonneau ainsi que l'avait déjà remarqué Maurice Curie; la luminescence résiduelle qui devient moins nette est cependant encore visible avec la Fluorine violette de Durham.

En poursuivant cette étude parmi les cristaux photoluminescents où la persistance tombe à l'ordre de la seconde et nécessite dans la plupart des cas l'emploi du phosphoroscope, on voit disparaître simultanément la luminescence résiduelle, l'illumination fugace et l'effet extincteur. En effet les résultats ont été négatifs avec la Calcite d'Auvergne, l'Aragonite, la Witherite, la Barytine, la Strontianite, la Kunzite (variété Triphane) de Minas Geraes, la Cryolite d'Ivikaet, le Disthène de Suisse, le tungstate de calcium, les Fluorines transparentes des Pyrénées et du Puy-de-Dôme, etc.

Enfin, si l'on atteint avec les cristaux fluorescents une durée de réémission de lumière qui devient extrêmement courte et de l'ordre de 10^{-8} sec. (E. Gaviola[1], F. Perrin[2]), on observe les faits suivants

1. J. Risler : Tubes fluorescents et radiations excitant la fluorescence (*Bull. scient. des Etudiants de Paris*, p. 20, juin 1923).

2. A. Guntz : La photographie infra-rouge par la phosphorescence (*IVe Congrès chimie industrielle*, p. 2, sept. 1925). — Photographie infra-rouge par phosphorographie (*Comm. Soc. Phys., section Nancy*, 10 mai 1924. *Bull. Soc. fr. Phys.*, p. 755-765, mai 1924).

3. F. Martin : Contribution à l'étude de la luminescence invisible dans les cristaux thermoluminescents (*Congrès Soc. Savantes*, Alger. 1930).

1. E. Gaviola : *Zu. f. Phys.*, (t. XXXV, p. 748-1926).

2. F. Perrin : Polarisation de la lumière de fluorescence. Vie moyenne des molécules dans l'état excité (*Journ. Phys.*,

avec une excitation simultanée en lumière de Wood cette fois et avec l'infra-rouge de Charbonneau suivant la méthode de Maurice Curie[1].

La Fluorine violette de Durham, les Chlorophanes de Saugeac, Pont-du-Château, Chavagnac-Lafayette qui présentent dans l'Ultra-Violet de Wood de magnifiques fluorescences violettes, ne montrent ni dans le rouge visible ni dans l'infra-rouge aucun effet extincteur, aucune illumination fugace renforçant momentanément la fluorescence, aucune luminescence résiduelle. Des observations analogues ont été faites sur la Leucophane de Brewig (fl. violette), le Rubis de Madagascar (fl. rouge vif), la Topaze (fl. jaune verdâtre), la Calcite (fl. rougeâtre), le Disthène (fl. rouge), le Sel gemme (fl. bleue violette pâle), la Strontianite (fl. rougeâtre), la Willémite de New Jersey (fl. blanche), l'Acide Salicylique (fl. blanche), l'Uranite (fl. verte), l'Acétate d'Urane (fl. verte), l'Ambre de la Baltique (fl. vert pâle) colloïde.

D'autre part, Maurice Curie a constaté dans des conditions expérimentales très analogues, l'absence d'effet extincteur avec la Fluorescéine, l'Esculine, les Rhodamines B et C. CG., le platinocyanure de Baryum, le nitrate d'Urane, le sulfate d'Urane et de potasse, le tungstate de Calcium et la Willémite. Nous avons obtenu avec ces corps des résultats identiques.

Si l'on envisage l'ensemble des faits contenus dans cette étude, on remarque d'une part la disparition de l'illumination fugace de l'effet extincteur et de la luminescence résiduelle lorsque la persistance devient très brève, et d'autre part la connexité entre ces trois phénomènes. Tout se passe comme si l'illumination fugace et la luminescence rémanente étaient deux modalités différentes d'un seul et même phénomène : la propriété que possède la Matière de conserver à l'état potentiel un résidu d'énergie lumineuse qui est expulsé par l'apport des quanta infra-rouges.

Dans les deux cas également, l'effet anti-Stokes semble n'être qu'une exception apparente. En effet F. Meyer[3] et G. Le Bon[4] ont démontré au moyen de la plaque photographique, le premier avec les fluorines, le second sur les sulfures photoluminescents, que ces corps plusieurs mois après leur extinction normale continuent à rayonner de la lumière ultraviolette invisible. Il est donc logique de penser que l'action de l'infra-rouge consiste à déclancher (en fournissant une énergie d'amorce) un effet Stokes décalant dans le spectre visible cette luminescence obscure suivant le sens normal d'évolution de l'entropie radiante. Dans le domaine de la phosphorescence à la chaleur, un effet analogue est dû aux chocs de l'agitation thermique et nous avons établi d'autre part le phénomène inverse de régression vers les courtes longueurs d'onde produit sur l'échelle des fréquences par l'action de l'étincelle sur les cristaux thermoluminescents. Ainsi apparaît pour l'interprétation de ces curieux phénomènes la nécessité de faire intervenir les lois de l'Energétique générale et la fécondité des vues de Clausius, Gibbs et Daniel Berthelot jusque dans les problèmes que pose l'étude de la radiation froide.

F. MARTIN.

t. VII, S. VI, n° 12, p. 390-401, 1926). — R. DELORME et F. PERRIN : Durée de fluorescence des sels d'uranyle solides et de leurs solutions (*Journ. Phys.*, S. VI, t. X, n° 5, p. 177-186, 1929).

1. Mme CURIE : Action des radiations rouges et infra-rouges sur les substances photoluminescentes (*Journ. de Chimie Phys.*, t. XX, n° 3, p. 294 à 296, oct. 1923.)

2. F. MEYER : Sur la fluorescence des fluorines bleues (*Zurich Phys. Zeitsch.*, 9, p. 810, 1908).

3. G. LE BON, *loc. cit.*

§ 3. — Agriculture.

Le sud de Madagascar et ses possibilités agricoles.

La région de Tulear et d'une façon plus générale la région Sud-Est de Madagascar, a été longtemps négligée par la colonisation. Elle est mal desservie par les services maritimes : les grands paquebots, après avoir touché Majunga, font le tour de l'Ile par le nord, et une fois à Tamatave, piquent droit sur la Réunion et Maurice; de lamentables petits vapeurs sont seuls chargés d'assurer une liaison entre les ports du Nord et du Sud et il faut avoir le cœur « chevillé » pour s'y risquer. Aucune route longeant la côte sans interruption ne permet les longs parcours en automobile; s'il faut se rendre de la capitale, Tananarive, à Tulear, on trouve, il est vrai, une route solidement empierrée, mais elle n'est pas achevée.

Cependant elle est bien intéressante, cette région méridionale, pour le peuplement européen ou indigène, car le climat y est presque tempéré : lorsqu'on descend au delà de Tulear, on quitte en effet la zone tropicale pour entrer dans la zone tempérée.

Ainsi la moyenne mensuelle du mois le plus froid (Juillet), y est de 22°, celle du mois le plus chaud (Janvier) 30°, l'état hygrométrique moyen est de 70 environ et les 39 jours où il pleut ne donnent dans l'année que 385 millimètres de pluie. C'est un climat encore chaud mais sec, se rapprochant de celui de l'Afrique australe. D'ailleurs les relations entre l'Afrique du Sud et Madagascar sont de plus en plus souhaitables et la Chambre de Commerce et d'Agriculture de Tananarive, à la suite d'une mission effectuée en Afrique du Nord, par M. Robert Ducrocq, son secrétaire général[2] s'efforce-t-elle d'intensifier les échanges commerciaux entre les deux pays. Il faut donc aménager le Sud et l'attention se porte de plus en plus sur Tulear qui sera le port d'évacuation du charbon des gisements de la Sakoa.

Au point de vue agricole les perspectives d'avenir de la plaine de Tulear sont considérables et il est

1. F. MARTIN : Recherches expérimentales sur la loi d'évolution énergétique de Langevin-perrin dans les cristaux thermoluminescents (*Congrès Ass. franc. pour l'avancement des Sciences*, Alger, 1930).

2. *Bull. Chamb. commerce, d'Industrie et d'Agriculture de Tananarive*, octobre 1929.

indispensable de les faire mieux connaître. M. F. Reynier, Chef du Service de l'Hydraulique Agricole à Madagascar, qui s'est occupé activement et à différentes reprises de travaux, soit d'irrigation, soit de desséchement dans le bassin inférieur du Fiherenana dont l'embouchure est au Nord de Tulear vient d'exposer en une note substantielle[1] les dispositions à prendre pour irriguer la région deltaïque de cette rivière et lui faire produire des récoltes soutenues et abondantes : résumons quelques-unes de ses conclusions.

« Actuellement, le pois du Cap est la culture dominante de cette région, elle en fait d'ailleurs la prospérité... C'est une culture exclusivement indigène... Quand un colon a voulu faire cette culture autrement que par le métayage, il a échoué... Les cours sont capricieux, c'est un produit d'exportation sur le marché anglais que le taux de la livre a favorisé, mais il y a concurrence en Californie et en Russie. L'avenir n'a rien de sûr. Il serait sage d'adjoindre à la culture du pois du Cap à Tulear, une culture industrielle susceptible d'employer des méthodes modernes mécaniques et pouvant s'assoler avec le pois. Grâce à la pérennité des irrigations la canne à sucre serait toute désignée; elle serait cultivée avec profit à Tulear, contrairement aux opinions admises actuellement et qu'il convient de réfuter, car elles sont erronées. »

Une question se pose à propos de la culture de la canne à sucre.

La production du sucre est indiscutablement, nous n'avons cessé de l'écrire[2], une production tropicale. *la canne étant, naturellement, une plante à sucre et riche en sucre*, dont il n'a pas été nécessaire d'exalter la teneur en saccharose un moyen d'une sélection continue. Que l'on se souvienne de la canne d'Otahiti, qui a fait la fortune des « Isles » autrefois, sans que l'on ait eu à l'enrichir en sucre par des méthodes scientifiques d'amélioration — d'ailleurs inconnues autrefois. — Mais tant que la lutte entre la canne coloniale et la betterave européenne ne sera pas atténuée en admettant entre les pays tempérés et les pays chauds une meilleure répartition des cultures — ce qui semble assez difficile au temps de protectionnisme actuel — il convient de n'envisager la création de nouvelles plantations de canne qu'après une étude approfondie des rendements possibles et des débouchés soit dans le pays même, soit sur le marché mondial.

La canne ne peut être cultivée qu'avec irrigation sous le climat de Tulear où le déficit des précipitations atmosphériques au regard de la culture de la canne atteint largement un mètre.

On fait observer que la culture de la canne à sucre en Egypte où les pluies sont rares est une culture *irriguée*; de même dans les Iles Hawaï où il ne tombe que 800 mm. de pluie, et cependant on obtient de forts rendements en Egypte et des rendements énormes, 150 à 200 tonnes de cannes par hectare, dans les Hawaï. A Tulear la culture de la canne devrait comporter, pour lui permettre de lutter plus facilement contre les maladies, un assolement analogue à celui que l'on pratiquait, surtout autrefois, à la Réunion, ou bien inspiré des méthodes de rotation de Java. Avec l'irrigation, la plaine de Tulear peut recevoir des cultures de luzerne, de maïs, probablement de tabac, de plantes maraîchères, de cotonnier peut-être, sans compter le pois du Cap.

Par suite, après une coupe de cannes plantées et deux coupes de rejetons par exemple, le terrain pourrait porter pendant une ou plusieurs années, soit des plantes annuelles, soit de la luzerne qui donnerait facilement, sans doute, cinq ou six coupes et permettrait, tout en améliorant le sol, d'entretenir un bétail nombreux, facile à abreuver d'ailleurs au moyen de l'eau des canaux d'irrigation.

Il nous paraît essentiel, si l'on devait un jour cultiver la canne à sucre dans le Sud-Ouest de Madagascar et plus spécialement à Tulear, de combattre à l'avance la monoculture de la canne : celle-ci ne devra pas occuper plus de la moitié de la surface du terrain cultivable. Suivant l'âge auquel l'expérience amènera à couper la canne, celle-ci occupera le terrain plus ou moins longtemps : en tablant *a priori* sur un total de trois coupes, il faut compter environ quatre années.

Si l'on veut réellement que la canne ne supplante pas les cultures vivrières et fourragères, et favorise au contraire l'accroissement de la population et sa prospérité il faut maintenir un judicieux équilibre entre la plante industrielle dont les produits sont exportés et les plantes alimentaires consommées en partie sur place. Si l'on n'y avisait dès le début, on risquerait d'amener dans la région un accroissement des difficultés de ravitaillement alimentaire, pour une population tendant à prendre de l'importance et au bout de quelques années un relèvement du coût de la vie qu'il est facile, sinon d'éviter, du moins de reculer. Le coût de la vie doit suivre la prospérité d'une région en voie de développement et non le précéder; le ravitaillement en objets manufacturés du Sud de Madagascar sera toujours suffisamment onéreux pour que, par compensation, on s'efforce de réduire la cherté des produits alimentaires si faciles à récolter sur place.

Nous renvoyons au mémoire de M. l'Ingénieur en Chef F. Reynier pour les travaux d'irrigation à entreprendre à Tulear, mais nous souhaitons que des essais de culture de canne à sucre irriguée soient entrepris dès maintenant dans la région du Fiherenana afin que, s'il est un jour question sérieusement d'installer l'industrie sucrière à Tulear on se trouve en présence d'un certain nombre de données exactes pouvant servir de base aux études approfondies des projets.

M. R.

1. *Bull. Econ. de Madagascar*, Documentation, 1929, n° 2.
2. Canne à sucre et betterave, par Marcel Rigotard (*Revue Economique française, Bull. Soc. de Géographie*, Paris, 1929).

L'INTERSEXUALITÉ ET LA SEXUALISATION CYTOPLASMIQUE

La notion d'intersexualité, introduite dans la science par **Goldschmidt** (1915) et par **Riddle** (1916), a déjà fait l'objet d'un grand nombre de recherches. Les lecteurs de la *Revue Générale des Sciences* ont été mis au courant de cette question par les articles de **Delphy** (30 novembre 1921), de **de la Vaux** (30 mars et 15 juin 1922) et **Guyénot** (15 décembre 1923). Nous nous proposons d'examiner le problème de l'intersexualité sous un aspect très différent de celui qui a préoccupé la plupart des auteurs ayant traité ce sujet.

Nous prendrons le terme intersexualité dans son sens le plus général qui est la manifestation, dans un organisme d'un sexe déterminé, de caractères appartenant à l'autre sexe et nous essayerons de fixer, non point les caractères chromosomiques ou les manifestations hormonales en rapport avec le phénomène, mais les qualités physico-chimiques de l'organisme qui peuvent se trouver en corrélation avec les diverses manifestations de l'intersexualité. Il nous a paru possible d'aborder la question à ce point de vue en rapprochant les résultats acquis dans l'étude de l'intersexualité de ceux qui nous ont permis de dégager les lois de sexualisation cytoplasmique. Parmi les facteurs capables de produire l'intersexualité, le croisement des races a été particulièrement bien étudié, mais presque tous les auteurs ont fait appel pour expliquer le phénomène aux facteurs chromosomiques et à la théorie de **Goldschmidt**. Ces explications ont été très clairement exposées dans les articles de la Revue dont il a été question plus haut, nous n'avons pas à y revenir ici.

Il existe toutefois d'autres causes d'intersexualité dans lesquelles on peut reconnaître l'existence de facteurs physico-chimiques. Ce sont ces facteurs que nous voudrions tenter de dégager et c'est pour essayer de comprendre leur signification que nous les rapprocherons, quand le fait sera possible, des caractères de sexualisation cytoplasmique.

Pour la clarté de notre exposé, nous rappelons les énoncés des deux lois de sexualisation cytoplasmique qui ont été formulées dans cette Revue (15 mars 1927).

1re Loi. — La valeur du potentiel d'oxydation-réduction (rH) intracellulaire est un caractère de sexualisation du cytoplasme; dans une espèce, les cellules polarisées dans le sens femelle ont un rH inférieur à celui des cellules polarisées dans le sens mâle.

2e Loi. — Les différences de nature et de proportions dans les réserves lipoïdes et graisses constituent un caractère de sexualisation du cytoplasme : les cellules polarisées dans le sens femelle acquièrent des réserves en graisses qui réduisent l'acide osmique; les réserves des cellules qui donneront les gamètes mâles n'ont pas cette qualité.

***

L'intervention du facteur métabolisme dans la production de l'intersexualité apparaît nettement dans les résultats des recherches de **de la Vaux** (1922) sur les Daphnies. Cet auteur a montré qu'une intoxication apportée par le confinement est suffisante pour causer l'apparition de formes intersexuées dès la 7e ou 8e ponte, les autres conditions nutritives étant restées normales. C'est également une intoxication particulière obtenue en mélangeant des excréments de Phasmes aux aliments des sujets en expérience qui a permis à **Rostand** (1924) d'obtenir des intersexués chez les Carausius. Nous ne pouvons pas d'ailleurs préciser, dans ces divers cas, quelle est la nature du changement de métabolisme qui provoque le phénomène et les rapports des changements physico-chimiques de l'organisme avec les modifications de la sexualité nous échappent. Il en sera de même pour les cas d'intersexualités provoqués par les tumeurs, sauf toutefois pour celui qui a été décrit par **Murisier**.

Divers cas d'hermaphrodisme en corrélation avec l'existence de tumeurs ont été signalés. **Gudernatsch** (1910) décrit le cas d'une cuisinière de 40 ans qui, atteinte de deux tumeurs inguinales, avait acquis certains caractères du sexe masculin, en particulier, le développement d'un testicule infantile et **Sellheim** (1925) cite le cas d'une femme de 43 ans qui avait acquis peu à peu les caractères sexuels secondaires masculins. Elle avait une tumeur ovarienne; après l'ablation de la tumeur, les caractères virils ont disparu.

D'après **Murisier** (1923), une tumeur paraoviductaire chez la Poule a pu faire apparaître divers caractères sexuels secondaires du Coq. Il ne s'agit ici que d'une intersexualité superficielle puisque l'ovaire a simplement cessé de s'accroître, et l'auteur n'a pas constaté la genèse d'un ovotestis. Cependant, le néoplasme semble avoir accaparé toute la graisse disponible. Nous nous trouvons donc, d'après la 2e loi de sexualisation cytoplasmique, en présence d'un métabolisme qui s'est éloigné du type femelle pour se rapprocher de celui qui est réalisé chez le mâle et l'apparition des caractères

sexuels mâles nous semble être une conséquence directe de ce changement de métabolisme.

***

L'action du parasitisme peut parfaitement provoquer l'apparition de phénomènes d'intersexualité. De nombreux exemples de ce fait ont été décrits dans des groupes assez variés. Comme, d'autre part, les perturbations du métabolisme qu'entraîne l'action des parasites ont fait l'objet de recherches étendues, nous pouvons réunir, sur ce sujet, des résultats assez nombreux et assez précis pour envisager le problème de l'intersexualité au point de vue physico-chimique. Nous nous arrêterons donc assez longuement sur cette étude.

Végétaux. — **Magnin** (1888) et **Giard** (1888, 1889) ont étudié l'action du champignon. *Ustilago antherarum* sur la plante *Melandryum album*. Cette plante est normalement dioïque, d'où le nom de *Lychnis dioïca* qui lui est aussi attribué. La fleur jeune est hermaphrodite mais sur certains pieds les ovaires avortent, sur d'autres, les étamines restent rudimentaires. Quand le champignon parasite se développe sur un pied femelle, il provoque, sur ce pied, la croissance des étamines. Ainsi, la plante qui était dioïque redevient hermaphrodite par l'action du parasitisme.

Giard, dans ses études sur la castration parasitaire a longuement insisté sur l'action des parasites, il cite des exemples de modifications de la sexualité causées par l'action parasitaire. Dans un échantillon de *Carex proecox*, parasité par *Ustilago caricis*, le champignon avait provoqué la formation d'ovaires dans un épi mâle, c'est-à-dire une action inverse de celle obtenue chez le *Lychnis*. **Kellermann** et **Swingle** (1889) décrivent des faits analogues dans les Graminées du Kansas parasitées par des Ustilaginées. Le *Tilletia Buchloëna* attaque seulement les plantes mâles des *Buchloë dactyloïdes* et produit le développement anormal de gros ovaires globuleux.

L'*Ustilago andropogonis* infeste l'*Andropogon provincialis* et l'*Andropogon hallii*. Il se développe non seulement dans les fleurs sessiles hermaphrodites mais souvent aussi dans les fleurs pédonculées mâles ; dans ce dernier cas, le parasite provoque l'apparition d'ovaires allongés **Giard**, 1889).

Chez les Graminées et les Carex, le parasitisme peut donc provoquer l'apparition des organes femelles sur des plantes mâles. Ne devons-nous pas rapprocher ces faits de l'action qu'exerce le pollen d'orchidée ? Le tube pollinique se comporte en parasite sur la fleur femelle ; or, les ovules des orchidées n'achèvent jamais leur développement que par l'effet de la pollinisation. Chez *Dendrobium nobile* et quelques autres espèces les ovules ne se développent que par l'action que les tubes polliniques exercent sur les tissus de la plante mère.

La présence d'un parasite dans les tissus d'une plante entraîne incontestablement des modifications dans le métabolisme de cette plante. Quelle est la nature de ces modifications et dans quelle mesures sont-elles corrélatives des perturbations de la sexualité ?

Les travaux de **Nicolas** (1913-1920) nous montrent l'influence des parasites sur l'assimilation et la respiration. En ce qui concerne la transpiration, la plupart des auteurs concluent que, sous l'influence d'un parasite, elle peut soit augmenter, soit diminuer (**Weiss**, 1924). Dans tous les cas, les répercussions du parasitisme sur le métabolisme général peuvent être appréciées par les modifications que subissent les grandes fonctions de la vie du végétal. Nous nous arrêterons plus particulièrement à l'étude des Ustilaginées puisque l'action de ces Champignons s'est montrée capable de provoquer l'intersexualité.

Un travail de **Kourssanow** (1928) étudie précisément l'influence de *Ustilago tritici* sur la physiologie du froment. Les conclusions de l'auteur sont les suivantes : La plante parasite présente une respiration plus énergique et la différence d'intensité respiratoire avec une plante normale peut atteindre 40 %, au moment où l'épi s'épanouit. Le quotient respiratoire est peu modifié. L'assimilation du gaz carbonique est plus énergique dans les proportions de 4 à 30 %. La transpiration des plantes malades dépasse de 20 à 23 % celle des exemplaires sains correspondants. Ainsi, toutes les grandes fonctions du végétal subissent une perturbation sous l'action du parasite. L'influence sur le métabolisme des réserves hydrocarbonées a été étudiée. Chez les plantes saines, la proportion des sucres solubles dans la masse des réserves glucides est de 70 % ; cette proportion est de 93 % chez les plantes parasitées. Le rapport entre les hydrocarbones solubles et l'amidon, dans les plantes infestées, se trouve donc modifié en faveur des sucres solubles.

L'étude des différences générales sexuelles physico-chimiques montre l'existence de différences dans le métabolisme des glucides, suivant le sexe considéré, dans le règne animal. Si cette différence sexuelle a un caractère général nous pouvons pressentir une corrélation possible entre la modification du métabolisme des glucides que subit la plante parasite et les perturbations de la polarisation sexuelle dont cette plante est le siège.

Des recherches dans cette voie pourraient être intéressantes.

On sait qu'une des modifications les plus nettes qu'entraîne la présence d'un champignon parasite est un changement dans la valeur de la pression osmotique de l'hôte. La présence du parasite abaisse le point de congélation du suc cellulaire c'est-à-dire augmente la concentration et par suite la pression osmotique de ce suc. « En dernière analyse, l'action destructive du parasite se ramène le plus souvent à un phénomène de perturbation osmotique » (**Beauverie**, 1928, p. 268). Que ces conditions nouvelles puissent avoir une répercussion sur la polarisation sexuelle, c'est là une hypothèse fort plausible puisque nous savons que la différence de pression osmotique est précisément une différence sexuelle physiologique chez les végétaux (**Sprecher**, 1913). Là encore nous manquons de données suffisamment complètes pour établir avec précision des corrélations que nous pouvons pressentir mais dont l'existence n'est pas encore nettement démontrée.

Le champignon parasite peut enfin produire des perturbations cytologiques dans le chondriome ou les plastes des cellutes de l'hôte. Les découvertes de **Guilliermond** (1919) ont établi que ces perturbations se trouvent en relation avec la valeur de la tension osmotique. **Beauverie** (1928) montre que l'action d'un parasite, par la perturbation de pression osmotique qu'il occasionne, peut entraîner la dissociation et la vésiculisation du complexe colloïdal, qui forme les plastes. C'est cette dégénérescence des plastes qui est, d'après l'auteur, la cause d'une des conséquences du parasitisme, l'apparition de gouttelettes de graisse. L'enrichissement en graisses des tissus par l'action du parasitisme est un phénomène fréquent et **Karbusch** (1926) avait déjà insisté sur ce fait dans son étude sur les blés parasités par *Puccinia glumarum*.

L'enrichissement en graisses des tissus parasités modifie les conditions du milieu nutritif des cellules et nous savons, d'après la 2e loi de sexualisation cytoplasmique, que, dans ces conditions nouvelles, la polarisation des cellules sexuelles vers le sexe femelle se trouve favorisée. Or il y a des cas d'intersexualité qui correspondent à cette polarisation nouvelle, ceux de *Buchloë dactyloïdes*, d'*Andropogon provincialis*, d'*Andropogon hallii* étudiés plus haut et celui du *Carex proecox* décrit par **Roze** et rappelé par **Magnin**, (1888). Il est rationnel de considérer que le développement anormal des ovaires chez ces diverses plantes est une conséquence directe de l'enrichissement en graisses provoqué par le parasitisme et qu'il est l'expression de la nouvelle polarisation sexuelle qui résulte de ces conditions physico-chimiques nouvelles.

Une objection se présente toutefois au sujet de cette interprétation. Nous savons en effet que dans l'espèce *Lychnis dioïca* l'action du parasite *Ustilago antherarum* entraîne le développement des étamines. Cette objection aurait une réelle valeur s'il était démontré que la production des graisses est une conséquence fatale du parasitisme chez les Végétaux, mais il n'en est rien. Les effets du parasitisme se manifestent en effet, chez les plantes, suivant deux modalités très différentes. Le premier cas, le plus fréquent, est celui que nous venons d'examiner, mais il y a un deuxième cas dans lequel le parasite n'entraîne pas la dégénérescence des plastes mais semble au contraire stimuler leur activité. Cette deuxième modalité de l'action du parasitisme a été décrite par **Dufrénoy** (1926), par **Morquer** (1927), par **Beauverie** et **Cornet** (1930). Ici, il n'y a plus production de graisses. Le métabolisme de la plante parasitée peut cependant être changé puisqu'on a constaté une production supplémentaire d'amidon. Cette perturbation du métabolisme favoriserait-elle la polarisation des cellules dans le sens mâle, le fait est parfaitement possible.

L'insuffisance de nos connaissances relativement aux conditions précises des perturbations physico-chimiques provoquées par le parasitisme dans les espèces où se manifeste l'intersexualité ne nous permet pas encore de donner des conclusions définitives relativement au mécanisme précis suivant lequel les perturbations du métabolisme de l'hôte peuvent être en corrélation avec la nouvelle polarisation sexuelle. Nous devons toutefois remarquer que l'étude faite ci-dessus nous a permis d'envisager le problème de l'intersexualité à des points de vue très différents de ceux qui font l'objet habituel des préoccupations des chercheurs.

La notion de sexualisation cytoplasmique nous a permis de concevoir un lien précis entre des phénomènes qui semblaient être tout-à-fait indépendants les uns des autres, l'enrichissement en graisses causé par le parasitisme et la polarisation sexuelle vers le sens femelle, mais le problème peut être envisagé sous d'autres aspects. Une étude précise des variations de la tension osmotique, la mesure des fluctuations dans la teneur en hydrates de carbone pour les divers cas d'intersexualité permettront d'apporter des clartés nouvelles importantes sur les rapports incontestables, et d'ailleurs incontestés, que présentent les perturbations du métabolisme général de l'individu et les modifications de ses caractères de sexualité.

Crustacés. — **Giard** (1886-1889) a décrit, dans une série de recherches, les diverses modifications

que la présence de parasites Cirripèdes et Bopyriens peut provoquer sur les caractères sexuels des Crustacés. L'auteur a rapproché ces modifications des transformations analogues observées chez les Végétaux et il en a donné une interprétation générale basée sur la castration parasitaire. Les conceptions de **Giard** à ce sujet ne peuvent pas être acceptées, mais cet auteur a eu le grand mérite d'attirer l'attention des chercheurs sur une série de faits dont la connaissance présente une grande inportance pour la Biologie générale.

Giard (1887), étudiant l'action des parasites sur les Crustacés décapodes, a montré qu'un jeune crabe mâle infesté par une sacculine prend les caractères extérieurs du sexe femelle.

Parmi les caractères sexuels secondaires des Crustacés décapodes barchyures, le plus visible porte sur la forme de l'abdomen. Chez la femelle, cet organe est large et ovale; chez le mâle, il est étroit, trapézoïdal ou triangulaire. L'abdomen se compose de 7 somites, les deux premiers (1 et 2) portent des stylets copulateurs chez le mâle, tandis que chez la femelle les somites 2, 3, 4 et 5 sont munis de pattes plumeuses destinées à maintenir les œufs. Dans certaines espèces, chez *Carcinus moenas* et chez les *Portunus*, le mâle présente une soudure des somites 3, 4, 5; de sorte que l'abdomen du mâle ne paraît plus formé que de cinq segments. Enfin, les pinces sont généralement plus développées chez le mâle.

Par l'action du parasite, les caractères sexuels extérieurs se modifient. Les stylets copulateurs sont fréquemment atrophiés et l'aspect de l'abdomen du mâle se rapproche de celui de la femelle. L'ensemble de l'organe, sans atteindre exactement la largeur qu'il présente dans le sexe femelle, est cependant beaucoup plus large que chez les mâles normaux. La soudure des anneaux 3, 4 et 5, si caractéristique du sexe mâle, s'est nettement atténuée. Les anneaux sont faiblement mobiles et leurs contours sont bien délimités, rappelant tout à fait le type des anneaux correspondants de la femelle.

Les modifications ainsi provoquées par le parasitisme sont d'autant plus profondes que le Crabe a été infesté à un âge plus jeune. Chez les Pagures, **Giard** a noté que les mâles parasités par un Epicaride, *Phryxus paguri*, peuvent acquérir des appendices abdominaux du type femelle.

Potts (1906-1909) a étudié les Pagures parasités par les Peltogaster; là encore les mâles parasités prennent l'aspect extérieur des femelles. Dans l'espèce *Eupagurus meticulosus* parasitée par *Peltogaster curvatus*, les effets constatés sont tout à fait analogues à ceux que la sacculine provoque chez les crabes. De plus, **Potts** a constaté une réduction de taille dans les gonades et la possibilité d'une inversion sexuelle; de petits ovules peuvent apparaître dans le testicule. L'action du parasitisme peut donc provoquer des manifestations des divers degrés de l'intersexualité chez les Crustacés. Mais ce sont surtout les études de **Smith** (1906-1910) sur le crabe *Inachus mauritanicus* parasité par le Cirripède *Sacculina neglecta* qui ont fait apparaître, sur un matériel très abondant, les divers aspects de ces manifestations d'intersexualité.

Il se trouve que chez les *Inachus* les différences sexuelles sont encore plus marquées que dans les types dont nous avons parlé jusqu'ici et les phénomènes de modifications des caractères sexuels apparaissent encore plus frappants.

L'abdomen de l'*Inachus* femelle est large, arrondi, il porte à chaque segment une paire d'appendices pennés, destinés à soutenir les œufs. Chez le mâle, au contraire, l'abdomen est rectangulaire et étroit et les appendices sont réduits à une paire de stylets copulateurs, placés à la partie antérieure de l'abdomen.

Les mâles porteurs de Sacculines présentent tous les intermédiaires entre l'abdomen de leur sexe et celui des femelles. Certains ont acquis tous les appendices ovigères femelles et comme ils ont parfois perdu les vestiges des stylets copulateurs, que leurs pinces ont acquis un caractère féminin par la réduction de leur taille, seule la dissection permet de déceler leur sexe. Si nous ajoutons que la dissection elle-même donne parfois des renseignements peu concluants parce que les testicules et les canaux déférents se trouvent atrophiés, nous voyons que tous les stades de l'intersexualité se trouvent réalisés par l'action graduelle du parasite. L'inversion sexuelle peut en outre se manifester sur les gonades. Quand un Crabe mâle s'est débarrassé de sa sacculine, ses glandes génitales en voie de reconstitution peuvent donner de jeunes oocytes.

Ainsi les Crabes constituent un matériel particulièrement favorable pour l'étude de l'intersexualité puisque, sur de nombreux exemples, nous pouvons noter les étapes graduelles de ce phénomène et cela jusqu'à la production de cellules germinales du sexe opposé, c'est-à-dire jusqu'à l'inversion sexuelle. C'est l'action graduelle du parasitisme qui réalise ainsi les transformations successives des caractères d'un sexe en ceux du sexe opposé; l'action se manifestant tout d'abord sur le soma et plus tard sur les glandes génitales. Cette marche dans la succession des phénomènes semble bien être générale chez les Arthropodes, car dans des circonstances semblables, c'est une évolution analogue qui s'effectue chez les Insectes.

Quelle interprétation pouvons-nous donner de l'ensemble des faits remarquables décrits chez les Crustacés ?

L'explication donnée par **Giard** ne peut être retenue. Il ne s'agit pas de castration parasitaire comme le montre le travail de **Courrier** (1921) sur les *Carcinus Moenas* infestés par *Sacculina Carcini*. Dans la majorité des cas le testicule des Crabes parasités est en activité, les canaux déférents renferment des spermatophores. Il y a des mâles dont l'abdomen a nettement pris les caractères femelles et qui ont cependant les testicules avec tous les éléments de la lignée germinale et de nombreuses mitoses. Ces testicules sont seulement un peu moins volumineux que ceux des Crabes normaux. **Courrier** montre aussi que les perturbations apportées par la Sacculine ne peuvent s'expliquer par une action mécanique; il existe des Carcinus mâles qui, parasités par un Bopyrien, le *Portunion moenadis*, acquièrent les caractères de l'abdomen d'une femelle; cependant, ici l'action mécanique ne peut être invoquée. La seule interprétation qu'on puisse donner de ces phénomènes est qu'ils sont la conséquence des modifications du métabolisme apportées par la présence du parasite.

Ces modifications du métabolisme ont été fixées par **Smith** quand il a montré que la composition du sang d'un Crabe mâle parasité présente une teneur en graisse analogue à celle du Crabe femelle On pouvait faire, autrefois, à cet auteur, l'objection d'ailleurs peu vraisemblable que voici : la composition du sang est peut-être une conséquence de l'inversion sexuelle. Cette objection n'a plus aujourd'hui aucune valeur parce que, si **Smith** n'a pas démontré que la production d'une plus grande quantité de graisse était la conséquence directe du parasitisme et non du changement d'état sexuel, cette preuve a été fournie depuis et nous savons que, chez un Arthropode, *Scolopendra cingulata*, l'action des parasites provoque la genèse de lipoïdes et de graisses, sans aucune modification de la sexualité (**Joyet-Lavergne** (1925).

Les notions de polarisation sexuelle et de sexualisation cytoplasmique permettent d'apporter à la conception de **Smith** des précisions et un caractère de généralité qui en augmentent nettement la portée, aussi est-ce en nous appuyant sur ces deux notions que nous donnerons l'interprétation des phénomènes d'intersexualité chez les Crustacés.

Lorsque le phénomène d'inversion sexuelle se manifeste dans la glande génitale du Crabe, il est la conséquence du changement de milieu interne, mais d'autres manifestations d'intersexualité avaient déjà traduit cette influence des conditions nouvelles du métabolisme sur les caractères sexuels .Le changement du milieu intérieur, conséquence de l'action du parasite, place les cellules germinales dans des conditions physico-chimiques nouvelles. Comment ces conditions nous permettent-elles d'expliquer la polarisation sexuelle nouvelle qui fait apparaître des oocytes là où normalement se développait la spermatogénèse ? Les résultats des remarquables recherches de **Smith**, de **Robson** et de **Perkins** vont nous permettre d'apporter une réponse précise à cette question.

Smith (1911 à 1914) et **Robson** (1911) ont étudié avec beaucoup de précision les changements chimiques que la présence de la Sacculine apporte au métabolisme du Crabe parasité. Ils ont utilisé des méthodes diverses et ont obtenu des résultats concordants qui sont considérés comme définitifs. La maturation des ovaires dans le Crabe femelle est corrélative de l'apparition d'un abondant matériel de graisses dans le foie et dans le sang. D'autre part, le sang de la femelle possède une lutéine jaune tandis que le sang du mâle adulte renferme de la tétronérythrine, ce qui lui donne une coloration rosée, surtout à l'époque de la mue. La teneur du sang en graisse est 0,059 % chez les mâles à sang incolore, 0,086 % chez les mâles à sang rose, tandis qu'elle est de 0,198 % chez les femelles à sang jaune. Les variations de la teneur du foie en graisse sont parallèles à celles du sang, elles oscillent de 4 à 13 %; la teneur est plus faible chez les mâles que chez les femelles. Quand un crabe est sacculiné il prend les caractères chimiques d'une femelle. La teneur du foie en graisse passe de la moyenne de 10,02 % à une moyenne de 13,59 %. Le sang du mâcle sacculiné ressemble à celui d'une femelle; en particulier, sa teneur en graisse est voisine de celle d'une femelle.

Puisque la composition du sang d'un crabe mâle se trouve modifiée par le parasitisme dans un sens tel que sa teneur en graisse le rapproche du type d'un sang femelle, les conditions de milieu dans lesquelles vont évoluer les cellules de l'organisme se trouvent changées. En particulier, pour les cellules germinales, nous nous sommes rapprochés de conditions de polarisation vers le sexe femelle, d'après la 2e loi de sexualisation cytoplasmique, puisque le matériel en graisse à la disposition des cellules est devenu plus abondant. Aussi nous devons envisager l'inversion sexuelle constatée et l'apparition des ovules dans les testicules comme des conséquences de la polarisation que prévoit la sexualisation cytoplasmique.

Il se trouve que pour le cas des Crabes on a

pu constater que cette polarisation sexuelle est précisément aussi en accord avec l'énoncé de la première loi de sexualisation cytoplasmique.

On sait (**Joyet-Lavergne**, 1928) que les divers tests utilisés jusqu'ici comme réactifs chimiques du sexe ont tous la même signification générale et qu'ils expriment une même différence entre les pouvoirs d'oxydo-réduction des produits d'origine femelle et de ceux d'origine mâle d'une même espèce, si bien que nous pouvons considérer que ces divers tests réalisent, par des méthodes diverses, les vérifications de la première loi de sexualisation cytoplasmique.

Perkins (1927) a eu l'heureuse idée d'appliquer les 3 catégories de tests suivants : 1° test **Falk** et **Lorberblatt**, 2° réactions **Joyet-Lavergne**, 3° réaction **Manoïloff**, à l'étude des Crabes parasités. Il a constaté que, d'une façon constante, le sang du Crabe mâle, porteur d'un parasite, donnait avec tous les tests une réaction du type féminin. Ainsi, les perturbations du métabolisme introduites par le parasitisme apportent dans le milieu intérieur des conditions d'oxydo-réduction qui, d'après la 1re loi de sexualisation, rapprochent le milieu intérieur du Crabe mâle parasité des conditions de polarisation dans le sens femelle.

L'accord des résultats apportés par ces divers auteurs avec les prévisions que l'on pouvait déduire des lois de sexualisation cytoplasmique pour la polarisation sexuelle de l'organisme nous montre que les phénomènes d'intersexualité peuvent être susceptibles d'une interprétation physico-chimique ayant une grande généralité.

D'autre part, **Perkins** a aussi constaté que les divers tests donnent des réactions du type féminin avec les Crabes mâles parasités, même chez les animaux dont la morphologie n'est pas encore modifiée par le parasitisme. L'apparition rapide des modifications chimiques du milieu intérieur sous l'influence du parasitisme, alors qu'aucun signe de perturbation sexuelle ne s'est encore manifesté, est une constatation importante. Elle confirme bien notre interprétation et puisqu'il a été démontré au sujet de l'étude de la réaction de **Manoïloff** que l'interprétation des tests chimiques du sexe ne pouvait, en aucune façon, se rattacher à la présence d'une hormone, il reste acquis que ce sont bien les modifications du métabolisme, dont nous avons précisé plus haut la nature, qui sont directement responsables des phénomènes d'intersexualité.

Il est possible d'ailleurs, à la lumière de ces diverses constatations d'envisager pour la polarisation sexuelle un sens encore plus général que celui qui nous a particulièrement préoccupé jusqu'alors. Puisque les caractères somatiques sexuels se trouvent eux-mêmes modifiés dans le sens prévu par les lois de sexualisation, on peut concevoir que l'énoncé de ces lois doive s'interpréter dans un sens très général comprenant non seulement la polarisation des cellules germinales mais aussi la polarisation sexuelle des cellules du soma.

Insectes. — **J. Pérez** (1886) a décrit avec soin les modifications anatomiques des Andrènes parasités par les Stylops. Dans la forme de la tête, la teinte de l'abdomen, la disposition des pattes postérieures et la brosse, chacun des deux sexes perd une partie au moins des attributs qui le caractérisent et tend à acquérir ceux du sexe opposé. Chez une Andrène femelle stylopisée les tubes ovariens sont complètement arrêtés dans leur développement et les œufs n'y achèvent jamais leur évolution normale, la femelle stylopisée est inapte à se reproduire. Chez le mâle, l'atrophie ne frappe ordinairement que le testicule du côté où se trouve le parasite; les cellules spermatiques se segmentent mais sans produire de spermatozoïdes. Le testicule du côté opposé atteint son volume normal, il est même distendu par une énorme quantité de sperme. Le mâle stylopisé peut donc s'accoupler efficacement.

Smith et **Hamm** (1915) ont repris l'étude des Andrènes parasités par les Stylops, ils ont confirmé la plupart des résultats annoncés par **J. Pérez**. Dans tous les cas observés ils ont noté une réduction de l'ovaire et la stérilité de cet organe.

Les ovaires des animaux stylopisés ne pondent jamais d'ovules. L'effet du parasite sur les organes génitaux mâles est plus faible, les testicules donnent généralement des spermatozoïdes normaux. Au point de vue des caractères sexuels secondaires, les auteurs ont trouvé des modifications analogues à celles déjà décrites. Dans les espèces *Andrena labialis* et *Andrena chrysosceles*, le mâle a sur la tête une tache jaune, alors que la femelle a, à la même place, une tache noire. Or l'action du parasite *Stylops* provoque, chez la femelle, l'apparition de la tache jaune du sexe mâle et inversement, chez les mâles parasités, la tache jaune caractéristique du sexe devient nettement plus sombre. L'apparition de la tache jaune, caractéristique du sexe mâle, sur l'Insecte réalise incontestablement l'acquisition, par cet insecte, d'un caractère sexuel secondaire du sexe opposé.

Smith et **Hamm** ont essayé de préciser le mode d'action du parasite, ils montrent que leurs résultats et ceux de **Perkins** R. C. L. (1905) concordent pour établir que les modifications dues aux

Stylops sont indépendantes du sexe du parasite et qu'ainsi il serait peu rationnel d'attribuer les modifications de l'hôte à l'action d'une hormone qui serait sécrétée par le *Stylops*.

Salt (1927) a fait une étude d'ensemble de la question de la stylopisation sur les Hyménoptères. Il montre que les divers cas examinés ne peuvent être interprétés comme des castrations parasitaires. Il s'agit bien là en réalité de véritables intersexués. Les effets du parasitisme sont très différents suivant les espèces considérées parce que ces espèces présentent des sensibilités très diverses. La stylopisation provoque une véritable inversion des caractères sexuels secondaires chez divers types : *Andrena, Odynerus, Ancistrocerus* et *Sphex*. Son action est à peine sensible chez les Polistes.

L'auteur confirme, pour la transformation des organes génitaux chez les Andrènes, les observations de ses devanciers. Chez les Polistes, les organes génitaux ne semblent pas affectés par la présence du parasite.

Salt a en outre précisé les modifications qui interviennent dans la vitesse du développement, la longévité, la vitalité générale, les instincts sexuels. Il envisage aussi la question de l'intersexualité à un point de vue général et essaye de préciser la signification des faits constatés, ce qui augmente l'intérêt de son travail.

Les multiples modifications que l'action du parasitisme peut apporter aux Hyménoptères étudiés sont des manifestations des perturbations apportées à la nutrition interne de l'hôte. Les résultats négatifs obtenus dans les recherches sur les hormones génitales chez les Insectes ne permettent pas d'envisager une explication analogue à celle que l'on pourrait songer à invoquer pour des Vertébrés comme les Mammifères, les Oiseaux ou les Batraciens. Les changements qui se manifestent ici dans les caractères sexuels par l'action du parasitisme ne peuvent être la conséquence des modifications d'un mécanisme hormonal puisque, chez les Insectes, les hormones sexuelles n'existent pas.

Salt étudie les perturbations du métabolisme apportées par le parasitisme dans des organismes divers. Il rappelle à ce sujet les résultats obtenus par divers auteurs : travaux de **Smith** (1905-1911) sur les Crustacés, de **Kornhauser** (1919) sur les Hémiptères, de **Joyet-Lavergne** (1925) sur les Myriapodes. Il rapproche ces divers résultats des faits qui démontrent, chez les Insectes, la relation étroite entre la nutrition de l'organisme et les manifestations de la sexualité; castration nutricale et autres manifestations étudiées par **Doncaster** (1914) dans son ouvrage sur la détermination du sexe. De cette étude comparée il conclut que les manifestations dues à la stylopisation chez les Insectes sont tout à fait analogues aux phénomènes de la sacculinisation chez les Crustacés et qu'elles sont justiciables de la même interprétation.

L'auteur considère donc que les changements de caractères sexuels provoqués par le parasitisme chez les Hyménoptères peuvent être expliqués par la théorie que **Smith** a énoncée au sujet des Crustacés.

Les perturbations apportées aux caractères sexuels sont des conséquences directes des modifications que le parasitisme a imprimées au métabolisme de l'hôte. Mais, d'autre part, ayant démontré que les faits observés chez les Hyménoptères rentrent incontestablement dans le domaine des phénomènes d'intersexualité, **Salt** se trouve amené à envisager l'interprétation que **Goldschmidt** a donnée de ces phénomènes. L'interprétation des faits par la théorie de **Goldschmidt** s'applique parfaitement au cas de la stylopisation et **Salt** estime que les deux conceptions, celle de **Smith**, interprétant les phénomènes d'après les modifications du métabolisme et celle de **Goldschmidt**, qui fait intervenir des hormones hypothétiques, andrase et gynase, ne sont pas incompatibles : « Goldschmidt's theory of intersexuality and Smith's theorie of métabolic stimulation are considered to be fondamentally in accord » (p. 314).

Kornhauser (1919) a décrit les effets du parasite *Aphelopus theliae* sur l'Hémiptère *Thelia bimaculata*. Les changements les plus profonds se produisent chez les mâles. Un mâle parasité acquiert partiellement ou totalement divers caractères sexuels de la femelle. Le changement le plus visible concerne la pigmentation. Le caractère des pigments et leur distribution peuvent reproduire exactement chez le mâle parasité les caractères d'une femelle.

L'auteur signale un mâle parasité qui avait acquis les divers caractères du type femelle et dont les testicules avaient cependant un développement normal et contenaient des spermatozoïdes. Un autre individu avait tous les caractères du soma de la femelle et cependant les gonades de cet Insecte avaient les caractères chromosomiques du mâle. Ainsi, les changements provoqués par le parasite ne sont pas dûs à une destruction des gonades et il ne peut être question de castrations parasitaires. D'autre part, le soma des Insectes est indépendant des gonades dans son développement.

D'une façon générale, le parasite entraîne la dégénérescence des gonades et il y a accumulation de graisse dans l'abdomen de l'hôte. L'auteur ne semble pas prêter beaucoup d'attention à cette

dernière constatation qui est cependant la preuve indéniable d'un changement dans le métabolisme de l'insecte parasité. **Kornhauser** pense que le mâle présente dans sa constitution une possibilité de variations plus grande que celle que présente la femelle et il rattache cette qualité du mâle à sa constitution chromosomique, les conditions du chromosome XX étant plus stables que celles du complexe chromosomial X*y*. Cette hypothèse ne nous apporte aucune clarté nouvelle sur la question. L'auteur discute cependant les modifications du métabolisme mais il ne lui semble pas qu'on puisse trouver dans l'abaissement du taux du métabolisme chez le mâle parasité la cause des changements constatés.

Si dans l'exemple étudié l'examen du taux du métabolisme ne permet de dégager aucune conclusion, il n'en est pas de même des faits concernant le métabolisme des graisses et nous donnerons de l'intersexualité de *Thelia bimaculata* l'interprétation suivante : L'accumulation des graisses, signalée par **Kornhauser**, sur les Diptères mâles parasités, place, d'une façon générale, la polarisation des cellules de ce sexe dans des conditions différentes des conditions normales et d'après la 2e loi de sexualisation cytoplasmique, elle les rapproche précisément des conditions de polarisation dans le sens femelle. L'hémiptère mâle prend les caractères sexuels secondaires femelles parce que les conditions du développement de ses tissus se trouvent modifiées, par le parasitisme, dans le sens d'une polarisation nouvelle vers le sexe féminin.

***

Les variations de la température du milieu ont une influence sur le métabolisme général de l'organisme. Cette influence est capable de provoquer l'apparition de phénomènes d'intersexualité chez divers groupes.

Kosminsky (1909) et **Goldschmidt** (1922) ont montré que l'action d'une température élevée provoque chez les papillons l'apparition d'intersexués. **Emeljanoff** (1924) a soumis plus de 700 puppes de *Lymantria dispar* à l'action de températures anormales, il a obtenu un grand nombre d'intersexués, environ les 2/3 de ses élevages. Les puppes étaient âgées de 6 à 24 heures, elles étaient maintenues soit à une température élevée, de 37 à 40°, pendant 1 à 3 jours, soit à une température basse, de 6 à 8°, pendant 14 à 41 jours. Dans les deux cas il y avait abondante production d'intersexués.

Golowinskaja (1927) en exposant pendant 30 jours une puppe de *Lymantria dispar* à la température de 9 degrés obtient une intersexuée. Cette femelle croisée avec un mâle hybride donne des descendants intersexués alors que les croisements témoins n'en donnent pas.

Dans les diverses recherches que nous venons de citer les auteurs envisagent le côté anatomique du problème et les explications des phénomènes constatés relèvent soit du jeu des chromosomes soit de la théorie des hormones et de la conception de **Goldschmidt**. Nous ne pouvons tirer de ces travaux que la conclusion très générale suivante, c'est que l'action de la température, par les modifications de métabolisme qu'elle entraîne est susceptible de modifier les manifestations de la sexualité.

Les travaux de **Kosminsky** (1924) relèvent des mêmes conceptions et, pour lui, le jeu des facteurs de masculinité et de féminité suffit à expliquer les phénomènes d'intersexualité. Toutefois, il y a dans la description des recherches de cet auteur quelques remarques dont nous allons tirer profit.

Des chenilles de *Lymantria dispar* provenant d'une paire de papillons de la région d'Odessa furent soumises à une température élevée (30 à 35°) et à une nourriture anormale ; elles donnèrent des papillons de petite taille, mais parmi les femelles deux seulement furent fertiles. Les œufs et larves provenant de ces femelles furent maintenus dans des conditions normales de température et de nutrition, une des pontes donna 11 papillons, parmi lesquels une seule femelle était normale ; il y avait 5 mâles normaux et 5 mâles gynandromorphes.

D'une façon générale, il apparaît que dans ces expériences à température élevée le sexe femelle a particulièrement souffert. Mais nous savons qu'une élévation de température, en élevant le taux du métabolisme, éloigne l'organisme des conditions de polarisation dans le sens femelle (**Joyet-Lavergne** 1929) et les résultats obtenus nous paraissent devoir s'interpréter comme une conséquence des différences sexuelles dans le métabolisme.

Dans ses expériences sur *Stilpnotia Salicis*, **Kosminsky** (1924-26) maintient des puppes à la température de 3 degrés pendant 30 jours, il constate alors un changement dans les antennes chez les mâles, ces organes se rapprochent du type femelle. Dans quelques cas, la transformation est si complète que rien ne distingue ces antennes mâles de véritables antennes femelles. L'appareil de copulation des mâles est également modifié et, dans les divers détails de son organisation, il se rapproche nettement du type femelle. Ces résultats complètent et confirment ceux qui avaient été constatés sur *Lymantria* au point de vue

de l'interprétation que nous en donnons. L'abaissement de la température a placé les puppes de *Stilpnotia* dans les conditions d'un métabolisme inférieur à la normale, la polarisation sexuelle dans le sens mâle s'est trouvée plus fortement atteinte que l'évolution vers le sens femelle et les caractères femelles acquis par les mâles nous paraissent être une conséquence directe de cet abaissement du niveau métabolique de l'organisme qu'amène la chute de température du milieu.

L'insuffisance des interprétations fournies par l'hypothèse des facteurs de masculinité et de féminité apparait d'ailleurs dans les résultats d'un travail récent de **Kosminsky** (1929). L'explication des phénomènes d'intersexualité obtenus dans les croisements de races chez *Lymantria dispar* ne se concilie avec la théorie de **Goldschmidt** qu'en admettant un point de renversement plus précoce que celui indiqué par cet auteur. Dans ces conditions les phénomènes d'intersexualité obtenus par l'action d'une température basse sur la chrysalide ne peuvent plus s'expliquer par l'action des facteurs F et M. Il faudrait admettre que la température basse agit simplement en ralentissant certains processus de différenciation de l'organe plus que d'autres.

Les faits d'intersexualité obtenus par les variations de température nous paraissent pouvoir s'interpréter, très simplement, sans hypothèse complémentaire si on examine quelles sont les répercussions que peuvent avoir les variations de température sur la polarisation sexuelle de l'organisme. Les travaux de **Witschi** vont d'ailleurs apporter une confirmation très importante à cette conception.

Witschi (1914-1921) a cherché à préciser les causes de la différenciation de la glande génitale chez les Batraciens. La grenouille présente au point de vue du sexe une certaine labilité. **Pflüger** (1882) avait montré que certaines races de Grenouilles présentent des têtards hermaphrodites où l'hermaphrodisme est temporaire, les ovocytes se résorbant et les animaux devenant finalement des mâles à la fin de leur développement. D'après **Hertwig** (1912), certaines races de Grenouilles présentent les deux sexes en égale quantité, ce sont les races différenciées, d'autres races, au contraire, ne produisent que des femelles ou des hermaphrodites. **Witschi** (1914-1921) a confirmé et précisé les découvertes de **Hertwig**. Il a étudié avec beaucoup de soin le développement des cellules germinatives de *Rana temporaria*. L'auteur fait des cultures de larves provenant de races locales ayant des habitats divers. Ces larves qui possèdent des facteurs héréditaires différents ont été élevées dans des conditions de température bien déterminées, ainsi l'influence de la température sur la différenciation des glandes génitales a pu être mise en évidence.

Dans une race de Grenouille différenciée, qui donne normalement en proportions égales mâles et femelles, cette égalité des sexes est conservée dans les élevages qui se font entre 15° et 21°. La différenciation à 15° étant simplement plus lente qu'à 21°; les mâles marquent alors une phase d'hermaphrodisme temporaire.

Dans les élevages à 10°, le retard de différenciation déjà noté à 15° s'accentue. Toutes les larves différencient un ovaire typique et elles sont d'abord toutes des femelles. Toutefois, au cours de la métamorphose, une partie de ces larves donne des mâles mais le souvenir de l'orientation femelle de la larve n'est pas totalement perdu chez l'adulte puisque les testicules présentent quelques œufs, et certains mâles sont même nettement hermaphrodites.

Chez les larves qui ont été élevées à la température de 27° la différenciation des glandes génitales est précoce. L'ovaire ne se différencie pas comme ovaire, il donne un testicule sous l'action de la température élevée et les femelles qui ont des ovaires normaux sont très rares; on pourrait arriver à obtenir 100 % de mâles. Les nouvelles recherches de **Witschi** (1929) ont confirmé et précisé tous ces résultats et l'auteur est arrivé à obtenir une véritable inversion sexuelle.

Ces résultats remarquables démontrent, d'une façon tout à fait nette, l'influence des conditions du métabolisme sur la polarisation des cellules sexuelles. On sait, en effet, que le sexe mâle est caractérisé par un métabolisme plus intense, le sexe femelle par un métabolisme plus faible. Lorsque les larves sont élevées à la température ordinaire qui est réalisée dans leur vie normale, c'est-à-dire entre 15° et 21°, le métabolisme de ces larves s'effectue normalement et les chances de polarisation des cellules germinales dans le sens mâle ou dans le sens femelle se trouvent être égales; on constate alors l'apparition des deux sexes dans les mêmes proportions, comme cela est réalisé, dans la nature, chez les races de grenouilles différenciées.

Quand les larves sont élevées à la température de 10°, le métabolisme général de l'organisme se trouve abaissé par rapport aux conditions normales; nous nous éloignons davantage des conditions de polarisation des cellules dans le sens mâle, d'où la production de larves du type femelle. Si, au contraire, l'élevage des larves s'effectue à la température de 27°, le métabolisme général de l'organisme est plus élevé que dans les conditions

normales; nous nous éloignons davantage des conditions de polarisation dans le sens femelle, les cellules germinales se trouvent alors polarisées vers le sens mâle, les conditions nouvelles du métabolisme ayant réalisé le milieu favorable à cette polarisation nouvelle.

***

Ainsi, dans un grand nombre de cas, se présentant dans des conditions les plus variées, dans les groupes les plus divers, Animaux et Végétaux, les manifestations de l'intersexualité nous ont paru être sous la dépendance directe des perturbations éprouvées par le métabolisme de l'organisme. Les phénomènes d'intersexualité peuvent apparaître par l'action de conditions qui semblent au premier abord très différentes : croisements de races, actions des tumeurs, des intoxications, des parasites, modifications dans la température du milieu; mais cette diversité de facteurs est tout à fait superficielle, en réalité, sous ces facteurs différents, se cache la même cause générale qui est la perturbation apportée aux conditions du métabolisme.

Tous les auteurs qui ont essayé d'expliquer les phénomènes d'intersexualité ont été obligés de faire appel à cette cause et, même dans le cas où la perturbation métabolique n'apparaît pas d'une façon évidente, comme pour l'exemple des croisements de races, **Goldschmidt** ne peut donner une explication complète et cohérente des faits observés qu'en faisant intervenir, d'une façon vague, cette notion.

Goldschmidt pense, toutefois, que la notion de métabolisme, à laquelle les auteurs font généralement allusion, est par trop vague, et par cela même sans grand intérêt. Il pense apporter des précisions nouvelles en introduisant la notion de catalyseurs et celle d'hormones (andrases et gynases). Nous reconnaissons que les interprétations données par ce savant concordent parfaitement avec les faits apportés et donnent de ces faits une explication qui satisfait la logique, mais la théorie élaborée ne peut avoir la valeur définitive d'une explication des phénomènes de la sexualité qu'après que la démonstration de l'existence des andrases et des gynases aura été faite.

Une double orientation s'offre donc à nous au point de vue des recherches à entreprendre sur la biochimie de l'intersexualité. D'une part, on peut chercher à préciser l'existence et les qualités des andrases et des gynases pour apporter une base physico-chimique expérimentale à la théorie de **Goldschmidt** ou aux théories analogues; d'autre part, on peut envisager le problème des perturbations du métabolisme en liaison avec l'intersexualité dans son ensemble, sans limiter le champ d'action à la seule conception des hormones. Cette dernière voie nous paraît devoir être la plus fructueuse et nous avons montré, au cours de cet exposé, de quelle utilité pouvaient être les notions de polarisation sexuelle et de sexualisation cytoplasmique pour les recherches qui s'orienteraient vers cette direction.

Dans les divers travaux que nous avons résumés ci-dessus, nous avons pu remarquer que chaque fois que les auteurs échappaient à l'emprise des théories chromosomiques ou des théories hormonales pour étudier le problème cytologique à un autre point de vue que celui de la structure nucléaire et le problème physiologique avec une autre conception que celle des hormones, ils nous apportaient des résultats fréquemment utilisables pour éclairer l'aspect physico-chimique du problème.

Dans un certain nombre de cas, nous avons pu noter également que ces résultats pouvaient être interprétés comme des manifestations des lois de sexualisation cytoplasmique ou comme l'expression des différences de métabolisme, ces dernières différences étant d'ailleurs, en définitive, elles-mêmes, une expression de la 1re loi de sexualisation. Cette constatation nous montre que les lois en question expriment bien un caractère général de la sexualité. A vrai dire, cette nouvelle preuve nous paraît être un peu superflue car nous avons, dans de récentes publications, apporté sur ce sujet un ensemble d'arguments qui semble être bien suffisant pour entraîner la conviction.

La généralisation des lois de sexualisation a cependant acquis, par cette étude, des caractères nouveaux à deux points de vue : 1° les intersexués se sont montrés justiciables des lois aussi bien que les êtres nettement gonochoriques; 2° la notion de la polarisation sexuelle s'applique non seulement aux cellules germinales de l'organisme mais aussi à celles du soma. Dans un ouvrage sur la physico-chimie de la sexualité qui paraîtra prochainement dans la Collection des Monographies scientifiques internationales de Protoplasma, nous montrerons que l'étude des différences sexuelles physiologiques et physico-chimiques entraîne comme conséquence la nécessité d'admettre des caractères de sexualité qui sont propres aux cellules somatiques; l'existence de ces caractères constitue ce que nous appelons la sexualisation somatique. D'après l'étude que nous venons de faire, cette sexualisation somatique se trouve, elle aussi, justiciable des lois de polarisation sexuelle. Nous avons vu, en effet, que lorsque les éléments du soma manifestent, dans

leurs qualités, des caractères qui peuvent se rattacher au sexe, la polarisation de ces éléments vers un type sexuel déterminé s'effectue dans le sens prévu par la sexualisation cytoplasmique.

Les études sur l'intersexualité et les travaux sur la sexualisation constituent deux catégories de recherches totalement indépendantes tant par leurs méthodes que par les résultats qu'elles ont apportés. Le rapprochement que nous avons essayé d'établir entre ces deux catégories de recherches nous semble avoir été profitable à l'une et à l'autre. D'une part la notion de sexualisation cytoplasmique a acquis un caractère de plus grande généralité, d'autre part, l'examen de l'aspect physico-chimique du problème de l'intersexualité permet d'envisager cette question avec une conception nouvelle et avec la perspective de recherches capables d'apporter sur le sujet des précisions dont le bénéfice débordera certainement le cadre de la sexualité et sera profitable à toute la Biologie générale.

Ph. Joyet-Lavergne,
Professeur au Lycée Condorcet.

BIBLIOGRAPHIE

BEAUVERIE (J.), 1928 : *Rev. gén. Botan.*, t. XL, p. 206 et p. 264.
BEAUVERIE (J.) et CORNET (P.), 1930 : *C. R. Soc. Biol.*, t. CIII, p. 251.
COURRIER (R.), 1921 : *C. R. Ac. sc.*, t. CLXXIII, p. 668.
DONCASTER (L.) 1914 : *Univ. Press. Cambridge.*
DUFRÉNOY, 1926 : *Rev. de Pathol. veg. et Entom. agric.* t. XIII, p. 5.
EMELJANOFF (N.), 1924 : *Biol. Centralbl.*, t. XLIV, p. 106.
GIARD (A.) : *Œuvres diverses*, Paris, 1911.
GOLDSCHMIDT (R.), 1916 : *Amer. nat.*, t. L ; — 1922 : *Zeitsch. induk. Abst. Vererb. Leh.*, t. XXIX, 1927 : *Physiologische Theorie der Vererbung*, Berlin.
GOLOWINSKAJA (X), 1927 : *Biolog. Centralb.*, t. XLVII, p. 512.
GUDERNATSCH (Y.-F.), 1910 : *Verh. Zool. Kong. Graz.*, p. 510.
GUILLIERMOND (A.), 1919 : *Rev. gén. Bot*, t. XXXI, p. 372.
HERTWIG (R.), 1912 : *Biol. Centralb.*, t. XXXII.
JOYET-LAVERGNE (Ph.), 1925 : *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXXX, p. 878 ; 1928 : *Rev. gén. Sc. p. et ap.*, t. XXXIX, p. 168 ; — *Protoplasma*, t. III, p. 357 ; — 1929 : *Protoplasma*, t. VII, p. 448.
KARBUSCH (S.), 1926 : *Rev. path. vég. et entom. agr.*, t. XIII, p. 92.
KELLERMANN (W.-A.) et SWINGLE (W.-T), 1889 : *Journ. of mycol. U. S. Dep. of agric.*, t. V, p. 11.
KORNHAUSER (S.-J.), 1919 : *Journ. of Morphology*, t. XXXII, p. 536.
KOSMINSKY (P.), 1909 : *Zool. Jahrb. Syst.*, t. XXVII ; — 1924 : *Biol. centralb.*, t. XLIV, p. 15 et p. 68 ; 1929 : *Biol. cent.*, t. IL p. 339.
KOURSSANOW (A.-L.), 1928 : *Rev. gén. Bot.*, t. XL, p. 277 et p. 343.
LA VAULX (R. DE), 1922 : *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXXIV, p. 1740.
MAGNIN (A.) : *C. R. Ac. sc.*, 1888, t. II, p. 663 et p. 876.
MORQUER (R.), 1927 : *Bull. soc. hist. nat. Toulouse*, t. LVI, p. 170.
MURISIER (P.), 1923 : *Rev. suisse de Zoologie*, t. XXX, p. 275.
NICOLAS (G.), 1913 : *Rev. gén. Bot.*, t. XXV, p. 395 ; — 1920 : *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXX, p. 750.
PÉREZ (J.), 1886 : *Actes Soc. linnéenne Bordeaux*, p. 21.
PERKINS (M.), 1927 : *Nature*, t. CXX, p. 654.
PERKINS : (R.-C.-L.), 1905 : *Rep. of. Exp. stat. of Hawaïan Sugar Planter's Assoc.*
PFLÜGER (E.), 1882 : *Arch. f. gesam. Physiol.*, t. XXIX.
POTTS (F.-A), 1909 : *Parasitology*, t. II, p. 42.
ROBSON (G.), 1911 : *Quart. Journ. of Mic. Sc.*, t. LVII, p. 257.
ROSTAND (J.), 1924 : *C. R. Soc. Biol.*, t. XCI, p. 448.
SALT (G.), 1927 : *Journ. exp. Zool.*, t. IIL, p. 233.
SELLHEIM (H.), 1925 : *Zeitsch. f. mik. anat. Forsch.*, t. III, p. 382.
SMITH (G.), 1906 : *Fauna und Flora des. Gof. von Naepel.*, — 1910 à 1913 : *Quart. Journ. of Mic. sc.*, t. LV, p. 225 ; t. LVII, p. 251 ; t. LIX, p. 267.
SMITH (G.), and HAMM (A.-M.), 1915 : *Quart. Journ. of Mic. Sc.*, t. LX, p. 435.
SPRECHER (A.), 1913 : *Ann. sc. nat. Bot.*, 9e série, XVII, p. 255,
WITSCHI (E.), 1914 : *Arch. mik. anat.*, t. LXXXV et t. LXXXVI. — 1921 : *Arch. f. Entwich. mech.*, t. IL, 1929 : *Journ. exp. Zool.* t. LII, p. 235 et p. 267.
WEISS, F., 1924 : *Journ. agr. Research.*, t. XXVII, n° 2.

LES PARTICULARITÉS DE LA DÉCHARGE ÉLECTRIQUE DANS LES GAZ RARES, AU POINT DE VUE DE LEUR APPLICATION A L'ÉCLAIRAGE

On sait que l'on désigne généralement sous le nom de « gaz rares », cinq gaz : l'Hélium, le Néon, l'Argon, le Krypton et le Xénon. Leur découverte, due à Rayleigh et Ramsay s'échelonne de 1895 à 1899.

C'est exclusivement dans l'air, et dans les eaux qui ont pu dissoudre les gaz de l'air que se trouvent le Néon, l'Argon, le Krypton et le Xénon; l'Hélium, qui existe également dans l'air, apparaît encore, comme produit de désintégration radioactive, dans certaines sources et gaz souterrains, parfois en quantités extrêmement abondantes[1].

1. Les champs pétrolifères de la région de Fort-Worth et Dalles aux États-Unis, avec une superficie de 80 km² ont dégagé jusqu'à 6.000 m³ d'hélium par jour. Ce moyen facile d'ob-

Les gaz rares utilisés en Europe proviennent exclusivement de l'air. Un mètre cube d'air contient :

9,325	litres d'Argon	soit	$< 1\%$
18	cm³ de Néon		18.10^{-6}
5	cm³ d'Hélium		5.10^{-6}
1	cm³ de Krypton		1.10^{-6}
0,09	cm³ de Xénon		9.10^{-8}

Tant que l'extraction de ces gaz est restée dans le domaine du laboratoire, on n'a pu en préparer que de très petites quantités ; notamment pour le Krypton, et le Xénon ; cette circonstance a beaucoup retardé leur étude.

Les gaz rares sont aujourd'hui des produits dérivés de la fabrication industrielle de l'air liquide. Le développement des emplois de l'oxygène et de l'azote obtenus par distillation fractionnée de l'air liquide a conduit à traiter des quantités d'air [1] de plus en plus considérables.

Ces opérations de distillation fractionnée sépare d'abord les gaz de l'air (desséché et privé de gaz carbonique) en trois groupes, comme il ressort du tableau suivant, où sont indiquées les températures d'ébullition. (T_E).

Gaz	He	Ne	N²	A	O²	Kr	Xe
T_E	—269°	—246°	—196°	—187°	—183°	—152°	—109°

Le groupe moyen renferme la presque totalité (99,9976 %) du mélange ; cette circonstance diminue le rendement de la séparation ; néanmoins M. Georges Claude a indiqué assez récemment [1] que les grands appareils à oxygène de la Société de l'Air liquide, qui traitent 3.000 m³ d'air par heure, sont susceptibles de fournir plusieurs litres de Xénon, plusieurs dizaines de litres de Krypton par jour. Quant au Néon, et surtout à l'Argon, c'est déjà par mètres cubes (mesurés sous la pression atmosphérique) que pourrait se compter la production journalière.

Comme l'on n'utilise généralement les gaz rares que sous des pressions de l'ordre du millimètre de mercure, la production actuelle est dès maintenant suffisante et même en avance pour toutes les applications industrielles.

Dans presque toutes leurs applications, il est nécessaire que les gaz rares soient dans un état de pureté extrême, des traces d'impuretés, notamment d'oxygène, de vapeur d'eau, modifient considérablement les phénomènes électriques et optiques.

Ces conditions rigoureuses d'application nous incitent à dire quelques mots des procédés de purification. On peut distinguer des procédés physiques et des procédés chimiques.

tention manque à l'Europe, qui n'utilise pratiquement que l'hélium extrait de l'air.

1. *C. R. Ac. Sciences*, t. CLXXVII, p. 581, octobre 1928.

Comme procédé physique, la distillation fractionnée pourra commencer, mais non pousser assez loin (sans pertes exagérées) la séparation. Le charbon de bois refroidi dans l'hydrogène liquide, (ou à défaut dans l'azote liquide) retient tous les gaz sauf l'Hélium (mélangé à un peu de Nénon). Pour obtenir les autres gaz il y a intérêt à opérer par voie chimique, en absorbant l'azote et l'oxygène notamment par le calcium chauffé au rouge, l'hydrogène par l'oxyde de cuivre, la vapeur d'eau par l'anhydride phosphorique.

Dans l'emploi des gaz rares, il ne suffira pas de les introduire purs dans les appareils d'utilisation. Les parois des tubes lumineux, par exemple, ou leurs électrodes, dégagent des gaz, dont il faut se débarrasser, soit par chauffage prolongé sous le vide, soit en faisant travailler les tubes, au début, sous un régime plus intensif que celui de l'utilisation normale, et en pompant les gaz dégagés avant de procéder à un nouveau remplissage ; soit, enfin, en introduisant dans les appareils eux-mêmes, des substances chimiques (métaux alcalins, alcalino-terreux) susceptibles d'absorber les impuretés au fur et à mesure de leur dégagement.

Par fonctionnement, la purification se parachève, grâce, sans doute, à la grande activité chimique des gaz usuels, à l'état ionisé, qui facilite leur combinaison avec les parties métalliques des appareils.

Pour leur utilisation à l'éclairage, les gaz rares sont introduits, sous basse pression (de l'ordre du mm. de mercure), dans des tubes de verre parfaitement étanches, présentant des électrodes métalliques, entre lesquelles on établit une différence de potentiel suffisante pour le passage de la décharge. Ce passage s'accompagne d'une émission de lumière caractéristique du gaz utilisé.

Ces phénomènes, connus avant la découverte des gaz rares, ne leur sont nullement particuliers. Certains gaz donnent des lumières extrêmement belles, l'hydrogène une lumière rose ; l'azote, le gaz carbonique de la lumière blanche.

Après des essais nombreux, on a renoncé à l'emploi des gaz, autres que les gaz rares [1] ; les raisons de ce choix sont multiples ; elles sont liées aux propriétés très particulières des gaz rares, au point de vue chimique et électrique.

Raisons chimiques de l'emploi des gaz rares.

Remarquons d'abord que, quelle que soit la nature du gaz utilisé, les tubes à décharge doivent

1. A l'exception de la vapeur de mercure.

être chargés dans des limites assez étroites de pression, qui sont pour les gaz usuels, de l'ordre du dixième de millimètre. C'est dans ces conditions seulement, que se développe et s'élargit la partie lumineuse de la décharge qui est la colonne positive [1], c'est seulement dans ces conditions de pression que l'on peut aussi alimenter des longueurs intéressantes de tubes sans employer des tensions dangereusement élevées.

Sous ces basses pressions, la masse de gaz enfermée dans les tubes est faible; or, il a déjà été signalé que sous l'influence de la décharge, les gaz usuels disparaissent progressivement par combinaison chimique avec les électrodes; cette absorption du gaz amène rapidement la « mort » du tube.

On a alors été amené à chercher des procédés permettant des rentrées opportunes de gaz de remplacement. (Tubes à gaz carbonique de Moore.) Aucune solution pratique n'a été trouvée dans cette voie.

Les gaz rares sont au contraire des corps chimiquement inertes, qui, même sous l'action de la décharge, ne donnent lieu à aucune combinaison chimique, stable; cette cause d'absorption disparaît donc [2]. De plus, il résulte, comme nous le verrons, de leurs remarquables propriétés électriques, qu'il est possible d'utiliser avec eux, des pressions de remplissage beaucoup plus élevées, de l'ordre du millimètre par exemple.

On peut alors obtenir avec les gaz rares des tubes lumineux, scellés, ayant, sans dispositif d'alimentation, des durées, de plusieurs centaines et même de plusieurs milliers d'heures; ce qui permet leur utilisation pratique.

Raisons électriques de l'emploi des gaz rares.

Plus spécialement avantageuses encore, sont les propriétés électriques des gaz rares.

Ces propriétés se manifestent par le résultat suivant, de grande importance pratique : Dans des conditions géométriques semblables (même longueur, même diamètre de tubes), il est possible d'allumer et d'entretenir la décharge dans les gaz rares avec des tensions beaucoup plus faibles que dans les gaz usuels.

Les causes de ce phénomène se rattachent aux deux particularités suivantes qui influent sur le mécanisme de la décharge : 1° les gaz rares, dépourvus d'affinités chimiques, sont également *dépourvus d'affinité électronique*, de telle sorte que *dans les gaz rares parfaitement purs les électrons restent libres*; 2° les gaz rares sont *monoatomiques*.

Voici, comment on peut se rendre compte, tout au moins de façon qualitative, de l'importance de ces deux caractères.

On sait que les courants à travers les gaz, sont des courants de « convection ». Les charges électriques associées à des particules matérielles se déplacent sous l'action du champ établi entre les électrodes. Dans *tous* les gaz, les particules positives « ions positifs » sont de grandeur *moléculaire*; ce sont des molécules (éventuellement monoatomiques) auxquelles un ou plusieurs électrons ont été arrachés.

Les particules négatives au contraire, peuvent être, suivant la nature du gaz, les conditions de champ et de pression, soit des *électrons libres*, soit des *ions négatifs* résultant de la fixation d'un électron sur une molécule neutre.

La permanence ou la disparition des électrons, dont les dimensions sont négligeables vis-à-vis de celles des ions, et dont la masse est au moins 1.800 fois plus petite [1] est de nature à modifier considérablement les conditions de la décharge.

Or, on sait actuellement que, si dans tous les gaz, les électrons sont susceptibles de rester libres, pour des valeurs suffisantes de la quantité $\frac{X}{p}$, (rapport du champ électrique à la pression [2]), la valeur du rapport $\frac{X}{p}$, à partir de laquelle les électrons cessent de se fixer sur les atomes du gaz, *dépend énormément de la nature du gaz*. Les gaz de caractère électronégatif marqué, au point de vue chimique, comme le chlore, l'oxygène, présentent aussi une grande « affinité électronique », et c'est seulement dans des champs intenses, et sous très basses pressions que les électrons, libérés au moment de l'ionisation des molécules, pourront continuer à y demeurer libres. *Les gaz rares, au contraire, ne présentent aucune affinité électronique, les électrons y demeurent libres, même sous des pressions élevées* (pression atmosphérique), *et sous des champs faibles.*

On sait d'autre part, que l'établissement de la décharge dans un gaz est lié à l'établissement de l'ionisation par choc, et que l'ionisation par choc, par les électrons, exige des champs beaucoup moins intenses, que l'ionisation par choc,

1. Dans certaines lampes, on utilise aussi, mais très rarement, comme source de lumère, la lueur cathodique.

2. Il y en a d'autres; notamment la pulvérisation des électrodes emprisonne des gaz occlus.

1. La masse de l'électron est $^1/_{1800}$ celle de la masse de l'atome d'hydrogène, qui est le plus léger.

2. C'est ce qui arrive par exemple dans le vide de Crookes, tubes à rayons cathodiques.

par les ions positifs ou négatifs (de dimensions moléculaires).

On conçoit donc, que la permanence d'électrons libres, dans les gaz rares, permette d'obtenir, même sous pression élevée, des phénomènes qui ne se produisent, dans les autres gaz, notamment dans les gaz électronégatifs, que *sous des pressions beaucoup plus faibles ou dans des champs beaucoup plus intenses.*

Le manque d'affinité électronique des gaz rares est lié, comme leur manque d'affinité chimique, à la constitution électronique de la couche optique de leurs atomes. Tous présentent une couche périphérique *complète* : 2 électrons K dans l'hélium, 8 électrons L,M,N ou O dans le Néon, l'Argon, le Krypton ou le Xénon.

Le caractère monoatomique des gaz rares est également une particularité propre à faciliter l'établissement de la décharge sous basse tension.

Pour que débute en effet l'ionisation par choc il est nécessaire que les électrons acquièrent, sous l'action du champ, une énergie cinétique minima égale à eV_i, (e charge de l'électron ; V_i potentiel d'ionisation du gaz). Or, lorsque des électrons se déplacent dans un gaz, une fraction plus ou moins importante de l'énergie qu'ils possèdent à l'instant du choc, peut être communiquée à la molécule rencontrée. Si, à chaque choc, l'électron perd une fraction importante de son énergie, on conçoit qu'il ne pourra acquérir l'énergie minima nécessaire pour que le choc soit efficace à l'ionisation, que dans des champs très intenses ou sous très basse pression (Grands libres parcours). Inversement, si à chaque choc, l'électron ne perd qu'une faible fraction de son énergie, il pourra accumuler de l'énergie, au cours de plusieurs parcours successifs, jusqu'à atteindre l'énergie nécessaire à l'ionisation.

Dans aucun gaz, les pertes d'énergie par choc non ionisants ne sont nulles, mais elles sont *minima* dans les gaz monoatomiques, et par suite dans les gaz rares.

Il a été établi que les chocs sont *parfaitement élastiques* et l'on peut calculer, dans ces conditions, que le rapport de l'énergie perdue par l'électron dans le choc à l'énergie possédée à l'instant du choc est : $2m/M$ (m masse de l'électron, M masse de l'atome rencontré) soit de l'ordre du dix-millième.

Ces considérations permettent d'expliquer pourquoi des traces d'impuretés modifient complètement les conditions de la décharge. On peut en effet calculer, dans l'hypothèse des chocs élastiques, que la longueur réelle du chemin l, que parcourt en des zigzags compliqués un électron qui progresse d'une longueur x dans la direction du champ est $l = \frac{x^2}{\lambda}$ (λ libre parcours moyen) et que le nombre de chocs qu'il subit le long de ce parcours est : $n = \frac{x^2}{\lambda^2}$. Si on applique ces formules à un parcours de 1 mètre, dans un tube, chargé en Néon sous 5 mm. de pression on trouve que la longueur réelle des parcours de l'électron est de 10 kilomètres et que dans ce parcours « zigzagué », il a subi environ 100 millions de chocs ; si on envisage alors une impureté dont la pression propre serait seulement de 1/2.000 de mm., soit dix mille fois plus petite que celle du Néon, l'électron subira encore dix mille chocs, avec les molécules de l'impureté, il aura donc de grandes chances d'être capté surtout s'il s'agit d'un gaz fortement électronégatif.

Plus la pression sera grande, plus long sera le parcours zigzagué de l'électron, plus nombreux les chocs avec les molécules de gaz étranger, et par suite plus l'influence des impuretés, *à proportions égales*, sera importante.

Ces considérations font comprendre l'importance pratique d'une purification très parfaite des gaz rares ; d'autant plus parfaite que la pression à laquelle on se propose de les utiliser sera plus grande.

Parmi les gaz rares, le plus remarquable à bien des points de vue, celui qui a par exemple, la plus faible cohésion diélectrique, est le Néon.

Cette propriété peut surprendre, si on remarque que le potentiel d'ionisation du néon est supérieur à celui des gaz plus lourds, comme il ressort du tableau suivant :

Gaz	He	Ne	A	K²	Xe
V_i	v 24.5	21 5	15.7	13.9	12.0

On peut, sans doute, rattacher cette propriété particulière du néon à une autre, qui est le faible « rendement d'excitation » par chocs électroniques dans ce gaz.

Il a été dit que, dans les gaz rares, les chocs d'un électron de faible énergie cinétique, étaient parfaitement élastiques ; ce caractère des chocs peut cesser avant que l'électron possède l'énergie d'ionisation dès qu'il a acquis l'énergie suffisante pour exciter par choc les atomes du gaz, c'est-à-dire pour déplacer de leur niveau normal un électron périphérique de l'atome et l'amener sur un niveau d'énergie plus élevée.

Il existe, pour chaque gaz, une suite de potentiels critiques, correspondant aux différentes excitations possibles ; voici pour les différents gaz rares les potentiels critiques les plus faibles :

Gaz................	He	Ne	A	Kr	Xe
Potentiels critiques minima..........	v 19 7	v 16 5	v 11.5	v 9.9	v 8.3

Dès que l'électron a atteint une énergie critique, mesurée en « volts-électrons » par ces nombres, il *peut* perdre cette quantité d'énergie, en provoquant l'excitation de l'atome rencontré. Cette éventualité, très fréquente dans les différents gaz rares, notamment dans les gaz lourds, l'est *beaucoup moins* dans le Néon; l'on conçoit donc que les électrons, non ralentis par ces chocs mous, puissent, dans le Néon; atteindre plus facilement l'énergie nécessaire à l'ionisation par choc, ce qui permet le déclenchement de la décharge.

Les graphiques suivants, mettent nettement en évidence, les différences considérables du Néon et des autres gaz au point de vue de la décharge.

En ordonnées sont indiquées les valeurs des potentiels disruptifs (tension d'allumage d'un appareil à décharge à électrodes planes), en abscisses les produits $p \times d$, de la pression, par la distance des électrodes, c'est seulement de ce produit (loi de Paschen), que dépend le potentiel disruptif (fig. 1 et fig. 2).

Ces nombres sont donnés à titre d'indication. On trouve dans la littérature relative à ces questions, des nombres très divergents; les valeurs dépendant de la pureté plus ou moins parfaite des gaz, de la nature des électrodes [1], de l'état de leur surface.

Les nombres relatifs à l'hélium et au Néon résultent d'un travail récent de Townsend avec des gaz très purs et des électrodes de Nickel.

Dès qu'un tube est allumé, des charges spatiales s'y établissent, qui modifient la répartition du champ; en même temps, la tension aux électrodes baisse brusquement.

Dans la colonne positive, il s'établit un gradient de potentiel qui dépend de la nature du gaz, de la pression, de l'intensité du courant et du diamètre du tube. Dans le Néon, ce gradient est de l'ordre du volt par centimètre; il est plus faible dans les gaz plus lourds.

En régime luminescent, il s'établit une chute importante de potentiel à la cathode. La chute cathodique « normale », dépend de la nature des électrodes et de celles du gaz; c'est encore dans les gaz rares qu'elle est minima; voici quelques nombres :

Electrodes	O²	N²	Air	H²	He	Ne	A	Cl²
Al	311	179	229	171	141	120	100	280
Fe	343	215	209	198	161	—	131	—
Na	—	178	—	185	80	,75	—	—

En régime d'arc la chute cathodique est considéra-

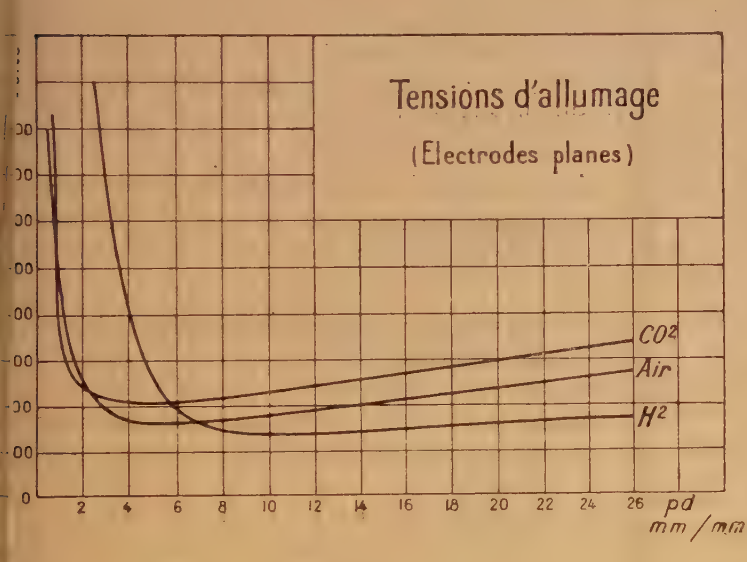



Fig. 1.

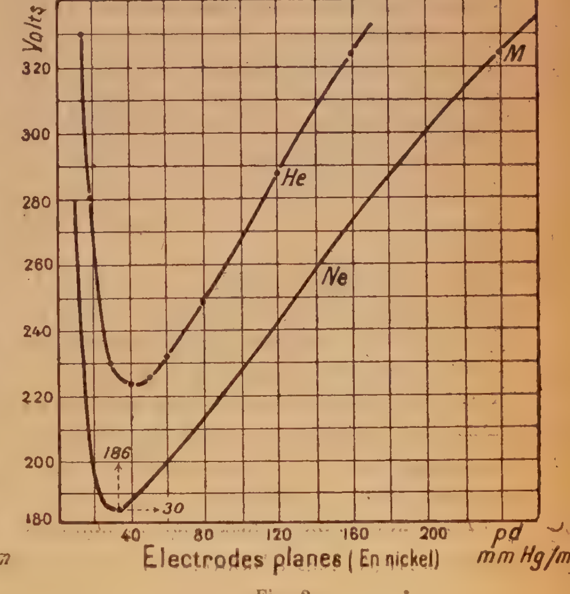


Fig. 2.

On voit, par exemple, d'après ces graphiques que, sous une pression de 1 mm. de mercure, la décharge qui ne traverse que 5 mm. dans l'air en traverse 260, dans le Néon.

Le tableau suivant fournit pour quelques gaz les valeurs des potentiels explosifs minima et des produits *pd* correspondants.

Gaz...........	O²	N²	Air	Co²	Na	He	Ne
Tensions explosives minima	439	251	327	420	335	223	186
p × d mm. de Hg. mm.	7,2	6,7	5,9	5,0	0,4	40	30

1. On trouve, par exemple, dans le commerce, des lampes au néon, s'allumant pour 110 volts. Leur cathode est recouverte d'un dépôt de métal alcalin ou alcalinoterreux.

blement diminuée. Le régime d'arc peut être obtenu au moyen de cathodes incandescentes. On réalise ainsi des tubes susceptibles de fonctionner directement sur les tensions de réseau.

La partie utile de la décharge est presque toujours la colonne positive[1]; les gaz rares étant monoatomiques, ils émettent un spectre de raies.

Suivant le mode d'excitation, on peut obtenir soit les spectres d'arc, soit les spectres d'étincelles de différents ordres. Les spectres d'arc des gaz rares sont parmi les mieux connus[2]. Au point de vue de l'éclairage, celui du Néon est de beaucoup le plus intéressant. Les séries principales (2*s*-*mp*) et les premières séries secondaires (2*p*-*md*), présentent un grand nombre de raies extrêmement brillantes dans le rouge, l'orangé et le jaune, qui donnent aux tubes au Néon leur coloration rouge-orangé caractéristique.

Après le Néon, le spectre le plus brillant surtout sous basse pression (quelques dixièmes de millimètres de mercure) est celui de l'hélium, qui ne contient que quelques raies, mais assez bien réparties dans le spectre visible, notamment la belle raie jaune 5.875 A; la lumière des tubes à Hélium est d'un beau blanc un peu saumon.

Les spectres d'arc de l'Argon, du Krypton et du Xénon sont très peu lumineux. Il en est tout différemment des spectres d'étincelle. Celui du Xénon notamment, que l'on obtient très facilement, en intercalant, par exemple, le tube au Xénon dans un circuit oscillant à étincelles, est riche en raies brillantes et donne une lumière blanche assez vive.

On a cherché à enrichir la gamme des colorations des tubes luminescents et en particulier à obtenir de la lumière, pratiquement, blanche.

Les colorations des tubes peuvent être modifiées de plusieurs façons; d'abord par l'emploi de pressions différentes, ce qui modifie les intensités relatives des raies, ensuite par des mélanges de gaz ou de vapeurs.

C'est ainsi que la présence de mercure dans un tube à Argon fait apparaître brillamment les raies du mercure, tandis que celles de l'Argon disparaissent.

Un tube contenant du Néon et quelques gouttes de mercure apparaît alternativement bleu et rouge dans des segments alternativement de grands et de petits diamètre.

La théorie des chocs de seconde espèce permet d'expliquer ces phénomènes, et constitue un guide très sûr pour les prévoir. Les chocs de seconde espèce présentent dans les gaz rares une importance considérable, du fait de l'existence dans ces gaz « d'états métastables » d'énergie élevée; ce sont pour l'hélium les niveaux $2S_0$ du Parahélium (20 v. 5) et 2^3S_1 de l'orthohélium (19 v. 77), pour les autres gaz les nivaux $2s_3$ (notation de Paschen).

Sur la base de la théorie de Klein et Rosseland sur les chocs de seconde espèce, on peut énoncer la règle suivante que l'expérience vérifie constamment :

Lorsqu'on ajoute, même en petites quantités, un gaz quelconque dans un tube à gaz rare, l'on obtient le spectre du gaz d'appoint tandis que le spectre du gaz rare tend à disparaître, toutes les fois que le gaz d'appoint a un potentiel d'ionisation inférieur au potentiel d'excitation de l'état métastable du gaz rare.

La disparition du spectre du gaz rare est d'autant plus complète (à proportions de gaz égales) que la pression du mélange est plus élevée, que l'intensité du courant est plus faible et que le diamètre des tubes est plus grand.

Le mélange des gaz rares suit la même règle.

Le mélange Hélium-Néon apporte une solution très intéressante au problème de la lumière blanche.

La question de la photométrie des gaz rares et celle du rendement lumineux des tubes luminescents sortent du cadre de cet exposé.

Disons seulement que des progrès considérables sont en voie d'accomplissement et que le temps n'est sans doute pas éloigné, où, dans des conditions de rendement équivalentes à celles des lampes à incandescence, les tubes à gaz nous fourniront un nouveau moyen d'éclairage riche de possibilités utiles et décoratives.

Marcel Laporte,
Docteur ès Sciences,
Assistant à l'Institut du Radium.

1. Dans quelques cas, notamment dans les lampes réceptrices de télévision, on utilise la lueur cathodique.
2. Ceux du Krypton et du Xénon qui restaient à analyser viennent de l'être par les physiciens du Bureau of standards de Washington.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques.

Dipolmomente und Chemische Struktur, publié par P. Debye. — 1 *vol. in-8° de* 134 *p., chez Hirzel, Leipzig*. 1919.

Ce petit volume réunit quelques conférences faites au laboratoire du professeur P. Debye, à Leipzig, en 1929, sur certaines propriétés électriques et magnétiques des molécules. La première, due à Sänger, relate des mesures de précision de la constante diélectrique des gaz à diverses températures, en vue de vérifier les idées théoriques de Debye. Estermann et Errera s'occupent des relations entre la structure chimique et la dissymétrie déduite de la mesure du moment électrique : le premier applique, en particulier, la méthode des rayons dits « atomiques » à la recherche de la polarité des molécules; le second s'occupe, entre autres choses, de l'association moléculaire. Wolf traite la question des spectres d'absorption et celle de l'effet Kerr dans leurs rapports avec la structure moléculaire. Plusieurs problèmes connexes aux précédents sont étudiés par Ebert, Häckel, Hajendahl. Enfin, il convient de signaler une petite note théorique de Hund, qui développe quelques remarques intéressantes sur la question du moment électrique et de la forme des molécules.

B.

2° Sciences naturelles.

Tronchet (Antonin), *Assistant à la Faculté des Sciences de Lyon*. — **Recherches sur les types d'organisation les plus répandus de la plantule des Dicotylédones; leurs principales modifications; leurs rapports**. — 1 *vol. in-8° de* 252 *pages, et* 266 *fig. Caen, édition des* Archives de Botanique, 1930.

L'important travail de M. Tronchet atteint 252 pages d'impression et 266 fig.; l'index bibliographique comporte 193 références. Il a été publié dans les Archives de Botanique, t. IV, mém. N° 1, juillet 1930, et a servi de thèse de Doctorat (Fac. des Sciences de Lyon).

M. Tronchet se rallie nettement aux conceptions de Chauveaud qui, en Anatomie végétale, viennent se substituer aujourd'hui à celles exprimées dans les ouvrages classiques, tels que ceux de Van Tieghem et de Bonnier.

Il fait d'abord un rappel très précis des données actuelles sur la constitution anatomique de la plante, le Convergent, l'Accélération basifuge, le passage de la racine à la tige.

La partie originale comporte trois subdivisions : 1° Examen de la structure normale de la plantule, la disposition cruciforme et ses modalités; 2° analyse du mécanisme des modifications du type cruciforme; 3° étude des anomalies de ce type dans les embryons anormaux.

Les résultats originaux peuvent se résumer de la façon suivante :

L'auteur, s'appuyant sur une analyse très précise du développement de l'appareil conducteur de nombreuses plantules de type cruciforme tétrarche et diarche, montre que ces deux types extrêmes et les intermédiaires que l'on observe entre eux représentent différentes modalités d'un même type d'organisation modifié par l'inégale intensité de l'accélération vasculaire. Ces modalités sont réparties en une série progressive dont les termes sont de plus en plus évolués : le plus primitif est le type cruciforme tétrarche, le plus évolué le type diarche tel qu'il est réalisé dans les cas les plus simples étudiés par l'auteur (ex. *Centranthus ruber*). Au point de vue phylogénétique l'auteur montre qu'il est légitime de supposer le type tétrarche antérieur au type diarche, l'hypothèse de la dérivation inverse impliquant une contradiction entre l'ontogénèse et la phylogénèse. Il analyse ensuite les modifications que présente le développement de l'appareil vasculaire dans les plantules où se produit une réduction du nombre des unités conductrices. Il distingue, à cet égard, deux modes fondamentaux dont l'un est caractérisé principalement par un développement très accéléré des systèmes conducteurs affectés par la réduction dans la région où celle-ci se produit, tandis que dans l'autre mode cette accélération est faible ou nulle. Ces deux modes essentiels sont reliés par des intermédiaires. L'auteur décrit des cas où le développement d'un même système conducteur s'accélère à la fois dans deux directions opposées au-dessus et au-dessous d'un niveau déterminé et démontre ainsi la possibilité d'une véritable bipolarité dans l'accélération vasculaire. Il discute ensuite en exposant des faits nouveaux (relatifs notamment à l'évolution des méristèmes à divers niveaux de la plantule), et à l'aide d'arguments inédits, la « théorie du raccord » soutenue encore actuellement par certains auteurs et conclut au rejet de cette théorie.

Enfin, s'appuyant sur l'étude personnelle d'un grand nombre de plantules anormales dont il décrit les plus intéressantes (en particulier une plantule monocotyle qui représente le cas d'anomalie et en même temps le type d'unité élémentaire les plus simplifiés qui aient été décrits) l'auteur propose pour les différents types d'anomalies (polycotylie, syncotylie, schizocotylie, monocotylie) des définitions nouvelles en étroite corrélation avec le développement de l'appareil conducteur. Il en résulte une précision qui s'oppose heureusement à la confusion apportée dans ce chapitre de la Tératologie végétale par les nombreux travaux antérieurs. L'auteur met en évidence l'existence d'une accélération vasculaire particulière

dans les cas les plus typiques de schizocotylie. Il discute, enfin, les diverses interprétations que peuvent suggérer les anomalies de la plantule des Dicotylédones et principalemennt la dichotomie cotylédonaire.

M. Tronchet ne manque pas de signaler l'intérêt phylogénétique de ces recherches concernant la structure des plantules, mais avec une grande prudence il réserve ses conclusions. Il y aurait toutefois, pensons-nous, dans cette voie, un champ large ouvert aux spéculations phylogénétiques les plus intéressantes en choisissant les matériaux dans les types considérés comme les plus primitifs des Dicotylédones, tels que les Magnoliacées, Lauracées, Renonculacées; en remontant dans les groupes ou embranchements les plus anciens : Gymnospermes, Cryptogames vasculaires, et en faisant appel aux documents paléontologiques. La plantule échappe plus que la plante adulte aux actions du milieu, elle doit conserver mieux, par suite, la structure ancestrale; les auteurs actuels s'occupant de la phylogénie des Phanérogames, semblent l'avoir oublié pour n'interroger que la fleur.

M. Tronchet ouvre une voie, donne une méthode de travail. Son mémoire constitue certainement le plus important travail d'ensemble paru en Anatomie depuis de nombreuses années. Il attirera l'attention des anatomistes et particulièrement ceux d'Angleterre et d'Amérique où ces études sont en honneur.

Ajoutons, ce qui n'est pas sans intérêt pour la critique d'un travail de thèse, que la rédaction en est élégante et claire, d'une précision toute scientifique; on sent l'auteur consciencieux et méthodique jusqu'à la minutie. La bibliographie très étendue est d'une forme parfaitement correcte. Les figures sont plus nombreuses que les pages, ce sont des dessins d'anatomie et de nombreux schémas. Cette profusion n'est pas de la prodigalité mais procède du souci de se faire comprendre. Les dessins en question sont d'une forme impeccable.

En somme, ce travail est remarquable tant par le fond que par l'exécution; il retiendra certainement l'attention et contribuera au réveil des études anatomiques en France, réveil que des initiateurs comme Chauveaud, ont commencé. On comprendra que l'Anatomie n'est plus seulement cette science de détails qu'elle fût trop autrefois, mais encore un instrument d'étude des plans généraux d'organisation et de l'évolution du règne végétal.

J. Beauverie,
Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

3° Art de l'ingénieur.

Lecornu (L.), *Membre de l'Institut*, — **Les Machines. Propriétés générales.** — 1 *vol. in-8° de* 232 *p., avec* 91 *fig., des* Grandes Encyclopédies industrielles Baillière. — *Baillière, éditeur, Paris*, 1930. (*Prix, broché : 40 francs*).

Ce volume appartient à l'Encyclopédie de Mécanique appliquée que dirige l'auteur lui-même.

Une machine complète est l'ensemble formé par le générateur, le moteur et par le mécanisme de transmission et par l'outil.

Indépendamment du mode de captation de l'énergie, du système de transmission et de la nature de l'outil, le présent volume a pour but d'étudier les lois générales qui président au fonctionnement d'une machine, les moyens de faire en sorte que son fonctionnement présente la régularité nécessaire, et de connaître quelles sont pendant la marche les efforts intérieurs qui se développent et dont il faut tenir compte dans la conception; enfin l'étude des moyens destinés à éviter ou tout au moins à atténuer les chocs et les trépidations.

Toutes ces questions sont bien d'ordre dynamique mais avant de les aborder, l'auteur consacre une première partie à l'étude purement statique des machines.

On pourrait être tenté de croire que c'est là une étude d'intérêt secondaire puisque les machines ne rendent de services qu'à la condition d'être en mouvement. Mais il arrive souvent que le mouvement d'une machine est assez lent pour que les forces d'inertie puissent être regardées comme négligeables et alors les conditions du mouvement ne diffèrent pas essentiellement de celles de l'équilibre. On sait, au surplus, d'après le principe fondamental de d'Alembert qu'il y a à chaque instant équilibre pendant le mouvement entre les forces données et les forces d'inertie, ce qui établit un lien étroit entre la question statique et la question dynamique.

Cette étude statique des machines occupe donc le premier chapitre: le chapitre II, en quelques pages, définit ce qu'il faut entendre par le travail d'une machine.

Le volant est un accumulateur d'énergie qui reste disponible pour permettre à la machine de vaincre les à-coups qu'elle a à supporter, et le volant est d'autant plus efficace que son moment d'inertie est plus considérable. Mais les frottements sur l'axe agissent en raison du poids et cela limite la grandeur que l'on peut donner à ce moment. On peut, dès lors se demander s'il n'y aurait pas avantge à rendre certaines parties du volant mobiles par rapport à la masse principale en les reliant à celle-ci par des ressorts dont la tension variable emmagasinerait pendant les périodes d'accélération une fraction du travail en excès pour la restituer pendant les périodes de ralentissement.

Cette idée a fait l'objet d'une invention de Raffard. M. Lecornu fait ici une étude du volant élastique.

Le volant réduit les écarts de vitesse qui tendent à subsister dans l'état de régime; mais il est incapable d'assurer l'existence de cet état et il est nécessaire de rétablir par un autre procédé l'égalité moyenne entre le travail moteur et le travail résistant. Ce rôle est assuré par le régulateur, et la régulation forme l'objet du chapitre IV où après l'étude des qualités que doit posséder le régulateur sont décrits divers types.

Le régulateur, pour limiter les écarts de régime fait varier le travail moteur, mais il est évident

qu'on peut parvenir au même résultat en faisant varier le travail résistant. La régulation par variation du travail résistant est réalisée au moyen d'appareils de freinage qui occupent maintenant l'auteur, chap. V.

Le théorème des forces vives suffit comme il a été précédemment vu pour étudier dans son ensemble le mouvement d'une machine, mais il ne fournit aucune indication sur les efforts intérieurs auxquels donnent lieu les diverses liaisons existant dans la machine considérée. Il est nécessaire de savoir calculer les efforts de liaison afin de pouvoir donner à chacune des pièces les dimensions répondant à la fatigue qui lui est imposée. L'auteur montre dans quelques cas simples, chap. VI, des exemples de pareils calculs.

Equilibrer une machine dans son ensemble c'est faire en sorte qu'à l'état de régime les appuis extérieurs éprouvent des pressions constantes. Dans un chapitre spécial M. Lecornu étudie, chap. VII, cette importante question.

Tous les corps solides se comportent à des degrés divers de la même façon que les ressorts: les phénomènes de déformation qui en résultent intéressent grandement le fonctionnement des machines; leur analyse est malheureusement si compliquée qu'elle est presque inabordable, et tout ce que peut faire l'auteur est d'indiquer quelques lois générales auxquelles elles sont assujetties et qui résultent de ce qu'on appelle en mécanique la théorie des petits mouvements.

Pour en terminer l'auteur rappelle en quoi consiste la similitude mécanique et ce qu'il faut entendre par machines semblables.

Bien des lacunes se constateront dans cet ouvrage et plus d'un lecteur regretteront par exemple, et entre autres sujets, que l'étude des vibrations des arbres n'ait pas été davantage développée. Mais le jeune ingénieur trouvera dans ce livre, par ses lacunes mêmes, des raisons qui le détermineront à poursuivre ailleurs et à développer ses connaissances sur des questions dont il aura pu apercevoir l'importance.

F. MICHEL.

***

Boucabeille (Général). — **Ce qu'il faut savoir de l'aviation.**

Ce livre explique comment et pourquoi le Comité français de Propagande aéronautique s'est donné à tâche de développer en France l'aviation commerciale; sa matière a fait l'objet de quinze conférences radiodiffusées par les postes des P. T. T. et l'intérêt que le public a pris à ces conférences s'étant attesté, les éditer a semblé utile : Le livre édifiera ceux que la parole n'a pas touchés.

L'auteur n'a pas prétendu rédiger un cours de matière aéronautique : son ambition a été de mettre le lecteur au courant des véritables possibilités de ce merveilleux moyen de transport qu'est l'avion, et il semble avoir parfaitement réussi, avec le concours de M. Jeanjean, le talentueux dessinateur célèbre dans toute l'aviation française.

Le plan de l'ouvrage se ramène aux données suivantes :

Quelques mots sur l'engin et sa manœuvre; — un retour en arrière, avec mise en garde contre le scepticisme qui accueillit le chemin de fer à ses débuts, comme l'avion est accueilli encore à ce jour; — la vitesse, qualité dominante du nouveau moyen de transport; — étude objective de la sécurité, sécurité par la route aérienne, par l'appareil lui-même, par le pilote enfin; — organisations d'ensemble : lignes et réseaux commerciaux et touristiques; système français et systèmes étrangers; — aviation commerciale et défense nationale.

Ces questions, souvent fort complexes, sont exposées sans emploi de termes techniques : les personnes non initiées pourront donc lire cet ouvrage sans difficulté particulière, et certainement avec un intérêt diversement et fréquemment renouvelé.

M. G.

***

Tenot (André), *Ingénieur conseil.* — **Turbines hydrauliques et régulateurs automatiques de vitesse.** — 1 *vol. de* 573 *pages, avec* 409 *fig. Librairie de l'Enseignement technique. Paris,* 1930. (*Prix : broché,* 100 *fr.*).

Depuis l'invention des turbines, il a paru déjà bien des ouvrages sur ces machines, et certains de ces travaux sont devenus classiques; tous les hydrauliciens ont lu, en effet, les traités de Rateau, Eydoux, Gariel, Routin, pour ne citer que les ouvrages français.

Or, voici un nouveau livre sur les turbines hydrauliques où l'on trouvera utilement associé le souci pédagogique et un ensemble de vues théoriques qui rendent bien compte des phénomènes possibles et surtout une technologie avertie et documentée.

Seul pouvait écrire un pareil ouvrage un ingénieur comme M. Tenot qui n'est devenu professeur à l'Ecole des Arts et Métiers de Châlons, à l'Ecole spéciale de travaux publics, qu'après avoir passé une longue période dans l'industrie et c'est ainsi que lorsqu'il s'est tourné vers l'enseignement, il a pu mettre à la disposition de ses élèves un ensemble de connaissances pratiques extrêmement précieuses.

Le présent ouvrage qui est consacré aux turbines hydrauliques et à leurs régulateurs comportera deux volumes : le premier renferme 6 chapitres, et le second en contiendra 4. Les deux premiers chapitres du tome I constituent une initiation pratique à l'étude des turbines hydrauliques, en étudiant leur composition et en décrivant les trois types actuels : turbines Pelton, turbines Francis, turbines à hélices à aubes fixes ou mobiles, ainsi que la disposition générale employée dans les groupes turbo-récepteurs.

Dès le début, une illustration extrêmement fournie de dessins, schémas et photographies donne un enseignement visuel très précieux qui se poursuit d'ailleurs dans les pages suivantes.

Dans le chapitre II on notera une étude très complète des divers modes de liaison des turbines et des alternateurs ainsi que des pivots et des paliers. Des considérations extrêmement intéressantes y sont développées sur le graissage. Avec les chap. III et IV l'auteur aborde les équations fondamentales des turbomachines en liaison avec la considération capitale de leur rendement envisagé sous un triple aspect correspondant aux pertes de charge, de débit et des pertes par frottement mécanique.

L'analyse de ces diverses pertes est présentée très clairement et avec un sens pratique très aiguisé. L'auteur a, en effet, mis suffisamment la main à la pâte pour pouvoir à la fois donner aux lecteurs tous les éléments de travail théorique nécessaires et en même temps ne pas l'induire en une confiance exagérée dans des développements mathématiques abusivement étendus.

Une question capitale commande l'hydraulique c'est celle des sillages. Une étude d'ensemble, une théorie générale des phénomènes de sillage et de cavitation reste encore à faire malgré beaucoup de travaux très remarquables sur la question. En attendant, les hydrauliciens et les constructeurs en particulier, s'en tirent comme ils peuvent. Ce sont leurs multiples expériences dont on trouvera la relation dans de nombreuses pages de l'ouvrage de M. Tenot qui montre ainsi à la fois les efforts faits pour éclairer la question des sillages et de cavitation, et en même temps l'insuffisance à leur sujet de nos connaissances présentes.

La même question commande également l'utilisation du principe fécond mais assez subtil de la similitude. C'est à ce principe et à son application aux turbines qu'est consacré le chapitre V et la question est placée immédiatement sur le terrain pratique sous la forme suivante : est-il possible, avant de construire un appareil, d'en établir les modalités de fonctionnement en faisant au préalable des essais sur un modèle réduit qui lui est géométriquement semblable? L'application de la similitude mécanique ne doit pas être, bien entendu, conduite sans discernement car la similitude ne donne de résultats satisfaisants que si l'on a tenu compte de tous les facteurs qui ont une importance dans le fonctionnement des machines. Le livre de M. Tenot n'aurait-il eu comme résultat que d'attirer l'attention sur ces problèmes délicats mais d'une importance capitale, cela suffirait pour lui assurer la faveur des ingénieurs hydrauliciens.

Le dernier chapitre de ce volume les ramènera d'ailleurs à des considérations plus terre à terre mais d'un intérêt pratique immédiat, en leur donnant des indications générales sur le choix des meilleures solutions à adopter pour l'équipement d'une centrale hydro-électrique.

C'est avec une vue réellement complète, sur l'ensemble des problèmes posés, que l'élève ingénieur ou l'ingénieur même achèvera la lecture de ce premier volume. Cela assurera à l'auteur un succès mérité et certain, et que complètera assurément le volume suivant qui reste vivement attendu.

L. POTIN.

4° Géographie.

Vidal de La Blache, *Membre de l'Institut,* et **Gallois** (L.), *Professeur à la Sorbonne.* — **Géographie universelle.** Tome X. **Océanie** (le Grand Océan, Australasie, Océanie), *par* Paul PRIVAT-DESCHANEL, *Professeur à l'École coloniale.* **Régions polaires australes** (l'Exploration antarctique, l'Aire océanique australe, le Continent antarctique), *par* Maurice ZIMMERMANN, *Chargé de Cours à l'Université de Lyon.* — *1 vol. in-8° grand jésus* (20 × 29) *de* 368 *p.*, 72 *cartes et cartons dans le texte et* 1 *carte en couleurs hors texte* (*Prix, broché :* 90 *fr. ; avec reliure de travail :* 120 *fr. ; avec reliure de bibliothèque :* 150 *fr.*). *Librairie Armand Colin,* 103, *boulevard Saint-Michel, Paris,* 1930.

Les magnifiques volumes de la *Géographie Universelle* se succèdent avec une régularité qui tient du prodige. En quelques mois, le lecteur a pu visiter la Chine, le Japon, l'Inde, l'Indochine, l'Insulinde. Après un détour vers l'Asie Occidentale et la Haute Asie, voici qu'avec le tome X se poursuit le périple du Pacifique, inconnu encore au moyen âge et dont l'exploration scientifique, où rivalisèrent brillamment Anglais et Français, ne commença vraiment que dans la seconde moitié du XVIIIe siècle.

Grandiose épopée, qu'assombrit la fin tragique de Cook et de La Pérouse, — qu'éclaire d'un sourire la radieuse vision de Tahiti.

Après le rappel des explorations, M. Privat-Deschanel étudie d'abord le Grand Océan dans son ensemble, puis l'Australasie (Australie et Nouvelle-Zélande), enfin l'Océanie.

Qu'il évoque la forêt australe ou la brousse souffreteuse du désert, les eaux foisonnantes de vie ou les îles coralliennes, on sent qu'il a parcouru ces régions, où il note avec émotion les traces de civilisations à jamais mystérieuses.

L'étude de l'Australie, « vase clos d'expériences sociales », est particulièrement suggestive pour tous ceux qui s'intéressent à l'évolution des nations modernes. L'histoire des compétitions européennes en Océanie montre les hésitations de la France, qui n'en a pas moins accompli une œuvre méritoire en Nouvelle-Calédonie et dans ses établissements de Polynésie.

Plus tardive encore que l'exploration du Pacifique fut celle des terres antarctiques, où s'illustrèrent nos contemporains, jusqu'aux récents exploits de Byrd.

C'est donc une description toute actuelle que nous offre M. Zimmermann : traits essentiels du climat et du régime glaciaire, faune curieuse de baleines, de phoques et de pingouins.

Mais — attrait des blancheurs éternelles ou curiosité scientifique, — les problèmes de l'Antarctide ne doivent pas nous distraire du problème du Pacifique.

Là se heurtent deux civilisations : blanche et jaune ; trois puissants empires : britannique, américain, japonais ; aujourd'hui champ de bataille économique,

le « Pacifique » sera-t-il champ de bataille militaire? Enigme de demain.

Tel se présente ce volume, qu'illustrent une carte en couleur hors texte et 72 cartes dans le texte, spécialement dessinées, ainsi que 146 photographies entièrement originales.

Aucun ouvrage d'ensemble aussi évocateur, aussi vivant, aussi suggestif n'avait été consacré jusqu'ici à l'Océanie et aux régions polaires australes.

5° Sciences diverses.

Millikan (Robert A.), *Directeur du Laboratoire de Physique Norman Bridge à l'Institut de Technologie de Californie.* — **Science and the new Civilization.** — 1 *vol. in-8° carré de* 194 *pages.* (*Prix, cart. :* 7 *sh.* 6 *d.*). *Charles Scribner's Sons, éditeurs,* 168, *Regent Street, Londres,* 1930.

A diverses reprises, au cours de ces dernières années, des voix autorisées, dans les pays anglo-saxons, ont tenté de faire le procès de la Science et se sont demandé si les extraordinaires découvertes et inventions qui ont si profondément influé sur notre civilisation sont un bienfait ou un danger pour l'avenir de l'humanité. Ainsi l'évêque de Ripon, à l'un des derniers Congrès de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences, estimait peut-être souhaitable que la science prît « une dizaine d'années de vacances », et M. R. Fosdick, dans un ouvrage qui a eu un grand retentissement aux Etats-Unis : *Le vieux sauvage dans la civilisation nouvelle* », pose carrément la question : « L'homme restera-t-il le maître de la nouvelle civilisation qu'il a créée, ou deviendra-t-il sa victime? »

Dans le volume que nous présentons ici, l'éminent physicien américain Robert A. Millikan a voulu plaider la cause de la Science. Il ne l'a pas fait d'une façon systématique; il s'est borné à réunir un certain nombre de discours et d'articles, prononcés ou écrits dans des circonstances diverses, mais qui tous abordent par un côté le problème en discussion. Le livre manque ainsi un peu d'unité, mais le plaidoyer n'en a que plus de force.

Ces études peuvent être divisées en deux groupes. Les unes se proposent de montrer par quelques exemples la place exacte de la Science dans le monde actuel et d'apprécier à leur juste valeur les services qu'elle rend. Ainsi M. Millikan traite tour à tour : des relations de la Science avec l'industrie et du rôle de la Science dans l'éducation; de l'énergie utilisable (il dissipe quelques illusions qu'on s'était faites sur l'énergie qu'il est possible de retirer de la désintégration des atomes radio-actifs ou de l'édification des éléments communs aux dépens des énormes quantités d'hydrogène que recèlent les océans); des progrès récents de la Physique, qui dans le cours des 30 dernières années seulement a vu éclore 21 découvertes fondamentales et ne paraît pas entrer dans la période de la sénilité; de l'avenir de l'acier, dont il n'y a aucune raison de douter surtout si la Science continue ses recherches dans le domaine des alliages; de la « valeur économique de M. Michelson », enfin, en montrant, par des considérations pleines d'humour, l'importance pratique d'études au premier abord d'un caractère purement scientifique, comme les recherches sur la vitesse de la lumière et sur le vent d'éther.

L'autre série d'essais de M. Millikan (La Science et la vie moderne; Les prétendus péchés de la Science; Les trois grands éléments du progrès humain) traduit plus directement ses préoccupations apologétiques.

Ce qui menace avant tout notre civilisation, c'est le désordre, caractérisé par la licence sans frein de l'individu et la perte du sentiment de la responsabilité sociale. Or que nous ont révélé les plus modernes découvertes de la Science, sinon un univers d'un ordonnancement extraordinaire et inattendu, où l'ordre est générateur de beauté et d'harmonie, et un monde organique plus merveilleux peut-être encore dans son évolution ordonnée des formes et des capacités inférieures aux supérieures. La Science est inspiratrice d'ordre, et force est de constater que tout progrès scientifique trouve dix fois plus d'applications à des buts constructifs et pacifiques qu'à des dessins destructifs. La Science, quoi qu'on en ait dit, est peut-être le plus sûr adversaire de la guerre, survivance d'un âge non scientifique qui disparaîtra, comme le dinosaure, avec les dernières conditions qui en ont permis la perpétuation.

Ce qu'on pourrait plus justement reprocher à la Science, c'est une tendance regrettable de l'esprit moderne qui consiste dans la folie du nouveau sans égard au vrai, la passion du changement pour le plaisir du changement, sans égard aux conséquences, l'amour universel du bizarre, de l'extravagant et du sensationnel. M. Millikan y voit un réflexe inévitable, mais sans doute transitoire, des changements stupéfiants que les progrès rapides de la Science ont produits dans notre vie moderne. Mais tandis que la Science possède dans ses acquisitions dûment vérifiées du passé des critères pour juger des acquisitions du présent, d'autres domaines manquent de critères ou d'autorités indiscutables pour juger si les changements proposés représentent un progrès ou une régression. Alors l'esprit de changement s'exerce sans fondement ni limite. Mais aucun âge futur ne connaîtra probablement de si soudaines transformations, et les nouvelles générations ne reverront pas à un degré si prononcé les excroissances actuelles de notre civilisation.

On a enfin fait grief à la science moderne d'avoir exalté la matière aux dépens de l'esprit, plus particulièrement d'avoir fourni les fondements d'une philosophie purement matérialiste. M. Millikan pense, au contraire, que « si les progrès de la Physique moderne nous enseignent quelque chose, c'est que toute assertion dogmatique du genre de celles du matérialisme du XIXe siècle sur ce que l'Univers est ou n'est pas n'est ni scientifique ni sûre ». Le physicien a si bien touché le fond de ces généralisations qu' « il a appris, avec Job, la folie de « multiplier les paroles

sans savoir », comme le font tous ceux qui affirment que l'Univers peut être expliqué uniquement en termes d'atomes sans âme et de leurs mouvements ».

« Le monde de la science, dominé par le règne de la loi, — ajoute l'auteur —, a nécessité l'association croissante des hommes en groupes corporatifs; mais l'efficacité de ces groupes, leur vie même, deviennent impossibles si l'idéal altruiste de la religion, le sens de la responsabilité sociale, ne les pénètre ». Il n'y a donc point incompatibilité entre la science et ce qui constitue l'essence de la religion, et rien ne le montre peut-être mieux que leurs rapports aux Etats-Unis.

Il est intéressant de recueillir ces points de vue et ces affirmations chez un homme qui a apporté de si notables contributions aux progrès de la science.

Louis Brunet.

***

Richard (P.-J.), *Ancien Elève de l'Ecole polytechnique.* — **La Gamme.** — *1 vol. in-8° de 231 p., avec 22 fig. Hermann et Cie, éditeurs. (Prix : broché,* 28 fr.).

Voici un livre qui a le mérite d'apporter dans la terminologie musicale, la précision et la netteté nécessaires à la juste compréhension des éléments de la musique. C'est bien, comme le dit l'auteur, une « Introduction à l'étude de la Musique » et une Introduction, ajouterons-nous qui s'imposait.

En effet, quelle confusion dans l'esprit des théoriciens de la musique quand ils veulent aborder le domaine de l'acoustique et qu'ils veulent tenter une explication. Voyez plutôt la phraséologie de ce musicien illustre et académicien dans un petit ouvrage intitulé « Initiation Musicale ». Pour lui, l'Acoustique est en passe de nous stupéfier par sa pénétration dans le domaine de l'éther. Mais c'est bien lui plutôt qui nous stupéfie de nouveau quand il nous chante que « le phénomène du caillou sur la plane surface liquide se reproduit identique pour l'oreille dans le sphérique domaine de l'éther », quand il prend le « point de chute du caillou pour point unité » quand enfin, ayant appelé « intervalle l'« association de deux sons, accord l'association de deux ou plus de deux intervalles » il ajoute à la ligne suivante « non seulement l'harmonie, mais le contrepoint lui aussi traite de cette association sans toutefois s'inquiéter d'intervalles ou d'accords ». Alors? Nous pourrions multiplier les citations. Le sottisier sur la matière est inépuisable. Dans un autre ouvrage, nous lisons que la consonance est loi de nature, que la 12e est la 3e vibration de la fondamentale. Ailleurs le mot intervalle est pris tantôt dans le sens mélodique, tantôt dans le sens harmonique, et quant aux dissonances quelles explications physiques nous en donnent les musiciens!

Enfin, quand il s'agit de la gamme, considérée en tant qu'échelle musicale on ne trouve nulle part un mot d'histoire, pas une phrase qui puisse faire soupçonner que la gamme employée aujourd'hui n'est qu'une sorte de compromis entre une série d'échelles tout à fait indépendantes les unes des autres, à définitions plus ou moins arbitraires, proposées à diverses époques par des théoriciens préoccupés d'introduire la précision dans ce domaine.

L'ouvrage dont il s'agit met au point d'une façon élémentaire, claire et précise, toutes ces questions. Mais dans le domaine dont s'occupe l'auteur, l'opinion de Pythagore « les éléments des nombres sont les éléments de toutes choses » est plus vraie que partout ailleurs. Aussi le nombre intervient ici presque à chaque page; mais on peut espérer que le musicien malgré son horreur bien connue de tout ce qui présente un aspect mathématique, n'en sera pas effrayé car M. J. Richard a pris soin, dans un premier chapitre, d'exposer les éléments du calcul arithmétique des fractions qui ne peuvent rebuter même un élève d'école primaire et qui, seuls, interviennent dans la théorie de la gamme.

D'autre part, les quelques notions de physique nécessaires sont également indiquées, de sorte que le lecteur pourra facilement assimiler les notions fondamentales de la musique qui, pour la plupart des musiciens, ne représentent que de véritables énigmes ou des articles de foi.

Les élèves des Conservatoires en particulier, les élèves des lycées et les musiciens eux-mêmes trouveront dans ce volume l'explication rationnelle, scientifique et historique des fondements de la musique qu'on ne leur avait jusqu'à présent jamais présentés convenablement.

Après un rappel de quelques notions arithmétiques simples, constituant le premier chapitre, le chap. II traite de la gamme de Pythagore; le chap. III de la gamme d'Aristoxène-Zarlin; le chap. IV de la gamme des musiciens et de la gamme tempérée; le chap. V de l'acoustique musicale; le chap. VI de la gamme naturelle; le chap. VII des modes anciens et du mode mineur; le chap. VIII des tuyaux sonores; le chap. IX des accords et dissonances.

L'auteur a apporté dans sa rédaction ses hautes qualités de physicien et de mathématicien et a fait de son œuvre un livre remarquablement bien ordonné, concis et clair qu'il est à souhaiter de voir dans les mains de tous ceux s'intéressant de près ou de loin à la musique.

L. Potin.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 5 Mai 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Goursat** : *Sur les multiplicités singulières des systèmes en involution.* — M. **Paul Delens** : *Sur les représentations analytiques des cycles de l'espace.* — M. **F. Campus** : *Correction de la fibre moyenne des voûtes de barrages.* — M. **B. Galerkin** : *Contribution à la solution générale du problème de la théorie de l'élasticité dans le cas de trois dimensions.* — M. **Benjamin Jekhowsky** : *Sur le calcul des dimensions de l'orbite du nouveau corps céleste transnetptunien.* — M. et Mme **Henri Mineur** : *Sur la rotation de l'amas local et de la galaxie.*

2° Sciences physiques. — M. **Jean Peltier** : *Recherche des défauts dans les pièces ferromagnétiques.* — M. **E. Rinck** : *Équilibre à l'état fondu entre le potassium, le sodium et leurs fluorures.* — Mlle **Amagat** : *Action de l'amidure de sodium sur quelques éthers bromhydriques.* Les éthers bromhydriques des α-phénylalcoyléthanols traités par l'amidure de sodium, en milieu xylénique, donnent presque exclusivement les carbures symétriques $C^64^5>CH.CH^2Br$-$BrH<C^6H^5.CH—CH.R$. — MM. **Ch. Courtot** et **J. Pierron** : *Contribution à l'étude des chlorures et des alcools non saturés en β ou en γ.* Seul l'atome d'halogène situé en α d'une double liaison ou benzénique ou éthylénique est remarquablement activé par elle. Dans toute autre position, l'halogène jouit d'une mobilité, vis-à-vis de l'eau, beaucoup moins grande. Cette propriété, déjà signalée sur des cas particuliers, a permis aux auteurs de passer des chlorures non saturés aux cétones correspondantes. — M. **Georges Perrier** : *La Mission Rohan-Chabot (Angola, Zambèze).* L'auteur donne à l'Académie un aperçu des résultats d'ordre géographique, magnétique et météorologique obtenus par la Mission conduite par le comte Jacques de Rohan-Chabot, à travers l'Afrique australe, de l'Angola au Zambèze de 1912 à 1914.

3° Sciences naturelles. — M. **Henri Besairie** : *Sur la stratigraphie des formations secondaires et tertiaires de la province de Betioky (sud-ouest de Madagascar).* — M. **Jacques de Lapparent** : *Comportement minéralogique et chimique des produits d'altération élaborés aux dépens des gneiss du Massif Central français avant l'établissement des dépôts sédimentaires de l'Oligocène.* On trouve dans le Massif Central français des roches rouges ou blanches engendrées par la décomposition des gneiss et qui sont assez largement développées dans le Puy-de-Dôme. Ces roches, dont l'auteur expose les principaux caractères, ont été considérées comme des bauxites. De fait elle n'offrent pas les caractéristiques chimiques qui permettent de les classer comme telles, leur teneur en alumine ne dépassant pas 28 p. 100. D'autre part elles ne contiennent pas d'alumine hydratée libre non combinée à la silice. Elles sont trop pauvres en fer pour être assimilées aux véritables latérites. Ce sont en somme des argiles ferrugineuses siliciques massives. — MM. **C.** et **M. Schlumberger** : *Sur la détermination électromagnétique du pendage des couches sédimentaires.* On sait que les roches sédimentaires se présentent, au point de vue de leur conductibilité électrique, comme des corps très nettement anisotropes. Cette anisotropie permet d'étudier électriquement, à partir de la surface du sol, le pendage des couches sous-jacentes, ce qui constitue un problème pratique très fréquent dans les recherches géophysiques, lorsqu'un recouvrement ou bien l'altération superficielle des roches empêche l'observation géologique directe. — Mlle **Lucienne George** : *Sur les* Ephedra nebrodensis *Tineò de l'Afrique du Nord.* L'auteur a étudié des échantillons provenant de stations très diverses : station très ensoleillée des rochers escarpés calcaires, rochers calcaires ombragés, rochers gréseux de diverses régions. Elle a constaté que les modifications en rapport avec le milieu sont uniquement d'ordre quantitatif : la structure de stomates est toujours la même, les papilles existent partout sur les côtes, le nombre des assises palissadiques est constant, le stéréome présente la même disposition et les phellogènes prennent naissance dans les mêmes assises, malgré les modifications chimiques très accusées des éléments cellulaires en rapport avec les stations. — M. **A. Guillaume** : *Migration des alcaloïdes au cours de la germination des graines et de la formation des plantules : recherches sur* Lupinus mutabilis, *var.* Cruikans. Si dans la plantule jeune à la lumière, la quantité d'alcaloïdes est moins élevée que dans la graine, par suite vraisemblablement d'une élimination d'une partie des alcaloïdes, suivie de décomposition, bientôt il doit s'en produire de nouveaux et la teneur, dépassant celle de la graine, va en augmentant progressivement. Par contre, à l'obscurité il doit se former très tôt de nouveaux alcaloïdes puisque la teneur est plus élevée que dans la graine. Ceux-ci, à l'obscurité comme à la lumière, se forment peut-être au cours de la protéolyse, puisque l'on constate une diminution des protéiques. — M. **Antonin Némec** : *Méthode rapide pour déterminer l'effet des engrais phosphatés sur le rendement des cultures.* La combinaison des méthodes colorimétriques de l'auteur pour la détermination de la silice soluble à l'eau et de l'oxyde ferrique soluble à l'acide citrique permet d'évaluer, d'une manière très rapide et simple, le besoin du sol en acide phosphorique et de prévoir l'effet probable des engrais phosphatés sur les rendements pratique des cultures. — M. **Gordon H. Scott** : *Sur la localisation des constituants minéraux dans les noyaux cellulaires des* acini *et des conduits excréteurs des glandes salivaires.* — M. **A. Policard** et Mlle **V. Mouriquand** : *Réactions tissulaires provoquées par l'injection intraconjonctive de particules d'amiante.* Les édifications cellulaires obtenues avec l'amiante diffèrent de celles obtenues par injection de tripoli ou terre à diatomées ; on n'y observe jamais de malformations cellulaires, malgré le caractère extrêmement traumatisant

des fines aiguilles d'amiante, beaucoup plus aiguës que les débris de carapaces de diatomées. En ce qui concerne le mécanisme de l'asbestosis pulmonaire, il y a lieu de retenir l'absence de toute action toxique des particules d'amiante sur les cellules mésenchymateuses. Celles-ci paraissent tolérer facilement l'accumulation d'une quantité considérable d'amiante finement divisée. — MM. **J. Abelous** et **R. Argaud** : *De l'activité sécrétoire des noyaux dans les adénomes surrénaux.* Les faits décrits dans cette Note ont été observés dans les adénomes de la médullo-surrénale du mouton. Les noyaux des cellules adénomateuses présentent des gouttelettes qui sont réellement intranucléaires et très différentes des enclaves du protoplasma. Tout se passe comme si la sécrétion de ces noyaux adénomateux provoquait la métaplasie des cellules médullaires, en mordançant dans leur protoplasma, une fonction adipogène. — Mlle **Andrée Courtois** : *Sur les teneurs et variations du phosphore au cours de la nymphose de quelques Lépidoptères.* 1° La teneur en phosphore total est *élevée* et *constante* pendant toute la nymphose. 2° Le phosphore minéral semble se libérer des combinaisons protéidiques dans une première phase pour rentrer ensuite lors de la formation des tissus de l'imago. 3° Chez l'adulte le phosphore minéral est à un taux plus élevé chez la femelle que chez le mâle. 4° Le phosphore total, très abondant dans les deux sexes, semble être presque entièrement contenu dans les produits génitaux. — MM. **Ch. Achard** et **M. Enachesco** : *Variations spontanées et provoquées de la répartition du chlore entre le sérum et les globules du sang dans les maladies.* Dans les maladies aiguës et cycliques, pendant la période d'état, le chlore diminue dans le sérum et souvent dans les globules. Mais pendant la crise chlorurique il monte dans le sérum et subit des variations en sens divers dans les globules. Il ne paraît pas que ce soit dans les globules que siège la rétention de chlore dans ces maladies. Dans les maladies chroniques et acycliques, la chloruration de l'organisme élève le chlore dans le sérum et dans les globules, sauf dans les cas de grande hydropisie. L'alcanisation produit des effets variables sur la répartition du chlore entre le plasma et les globules. — MM. **Edouard Chatton, André Lwoff** et Mme **Marguerite Lwoff** : *Les* Phtorophrya *n. g. Ciliés* Fœttingeriidae, *hyperparasites des* Gymnodinioïdes, Fœttingeriidae *parasites des Crustacés.* Quoique l'hôte et les facteurs de l'évolution soient très différents chez les *Phtorophrya* de ce qu'ils sont chez les autres *Fœttingeriidae*, on retrouve chez les premiers le même cycle de phases que chez les seconds : phoronte-trophonte-palintomonte-tomite-phoronte. Mais ici le phoronte, premier exemple de phoronte qui ne soit pas fixé sur un Crustacé, dont la latence est très abrégée, et le palintomonte protégé par le kyste phorétique de l'hôte, n'élaborent que des enveloppes très précaires (kystes phorétique et palintomique). Le fait qu'un *Fœttingeriidae* se soit installé en parasite chez un autre *Fœttingeriidae*, traduit une remarquable capacité d'adaptation de la part des infusoires de ce groupe.

Séance du 19 *Mai* 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **Marcel Vasseur** : *Sur les équations de Laplace.* — M. **M. d'Ocagne** : *Sur la machine arithmétique de Pascal.* Plusieurs exemplaires de la machine arithmétique de Pascal, simple machine à additionner et à soustraire permettant d'opérer les multiplications et divisions par répétition, subsistent encore au Conservatoire des Arts et Métiers. Cette machine a été remise en état de fonctionner, sans adjonction, bien entendu, d'aucun organe nouveau, par simple restauration de ceux qu'elle possédait originairement, et elle a ainsi retrouvé la pleine liberté de son jeu. Cette opération, en remettant en lumière les moindres détails du mécanisme, a fourni de nouveaux motifs de l'admirer. — M. **A. Lokchine** : *Sur l'influence d'un trou elliptique dans la poutre qui éprouve une flexion.* — M. **G. Maneff** : *L'énergie électromagnétique dans le champ de gravitation.*

2° Sciences physiques. — M. **Henry Favre** : *Sur une méthode optique de détermination des tensions intérieures dans les solides à trois dimensions.* — M. **A. Bogros** : *Structure de la raie 6.708 du lithium.* — Mlle **C. Chamie** et M. **Marcel Guillot** : *Sur la centrifugation des solutions chlorhydriques de polonium.* On obtient des impressions photographiques de groupements d'atomes de P_o avec des solutions chlorhydriques normales suffisamment actives, qui ne donnent aucun précipité par centrifugation. Il reste à savoir si ces groupements préexistent dans la solution, ou s'ils se forment au contact de la paroi sur laquelle on les photographie. — MM. **E. Herzog** et **G. Chaudron** : *Etude du mécanisme de la corrosion des duralumins.* — MM. **V. Grignard** et **J. Doeuvre** : *Transformation du l-ssopulégol en d-citronnellal.* — M. **Jean-Baptiste Senderens** : *Déshydratation catalytique, en phase gazeuse, des alcools forméniques en présence des bisulfates alcalins.* — M. **Jean Effron** : *Sur la nature chimique de l'amylase* : A la température de la formation d'un empois fluide, l'amidon subit une dépolymérisation profonde. Dans l'empois au cours de son vieillissement, il se produit une polymérisation moléculaire, qui donne naissance à différentes hexosanes, dont l'amidon rétrogradé est le représentant caractérisé par son insolubilité dans l'eau froide et la facilité avec laquelle il s'hydrolyse. L'amidon rétrogradé est une sorte d'amidon dénaturé et les traitements qu'il subit en vue de sa prétendue purification l'éloignent de plus en plus de son origine. L'amylose résultant de cette purification n'est point une hexosane, mais un hexose $[(C^6H^{10}O^5)^{12}H^2O]$ dont on peut affirmer l'absence certaine dans l'amidon naturel. — M. **P. Cordier** : *Sur un nouvel anhydride diaralcoyloxy-succinique.* De même que les acides benzylidènephényéthylsuccinique et anisiylidènephényléthylsuccinique, l'acide benzylidène-benzyluccinique subit sous l'influence de l'anhydride acétique une tautomérisation avec formation d'anhydride à fonction alcool tertiaire. L'acidité de l'oxhydrile se trouve accentuée par le voisinage du groupement anhydrique et manifeste une activité comparable à celle d'un phénol. La présence simultanée de deux groupements arylés substitués symétriquement dans la molécule succinique semble une condition nécessaire pour assurer la stabilité de l'oxhydrile alcoolique et permet la formation d'anhydride du type étudié. — MM. **Fr. de**

Rudder et **H. Biedermann** : *Sur la pyrogénation du méthane*. — Mme **Ramart-Lucas**, Mlle **Biquard** et M. **Grunfeldt** : *Configuration des molécules dans l'espace. Absorption dans l'ultra-violet des groupes CH^3 et CH^1.* Les monoacides saturés $C^n H^{2n} + C^1O H$ à chaîne normale possèdent (en solution alcoolique) pour les radiations ultra violettes (comprises entre 2.500 et 2.200 A) sensiblement le même coefficient d'absorption quel que soit *n*. Par suite bien que le contraire paraisse généralement admis, les groupements CH^2 ne peuvent être considérés comme des chromophores dans cette région du spectre. — MM. **A. Wahl** et **Jonica** : *Influence des substitutions sur la nuance des dérivés sulfonés de stilbène*. — M. **Vernadsky**: *Sur les eaux naturelles riches en radium.*

3° Sciences naturelles. — M. **A. Duparque** : *Les causes de la différenciation des charbons*. La différenciation des roches combustibles a été déterminée très tôt, peu de temps après leur formation, par le jeu de conditions de dépôt variées agissant sur des accumulations végétales de natures différentes. Les variations graduelles de ces conditions de dépôt dans une direction donnée expliquent l'amaigrissement progressif des veines de houille, du Nord de la France, du Sud vers le Nord et la localisation des lits de gayets (Cannel Coals et Bogheads) dans le sud du gisement. — M. **Jean Lombard** : *Sur le Crétacé du littoral gabonais*. — MM. **Marcel Mascré** et **Maurice Herbain** : *Nouvelles expériences sur la précipitation des matières azotées des sérums en présence de formol*. 1° Le sulfate de soude ou le sulfate de magnésie, employés seuls, ne précipitent que la globuline. En présence de formol, la plus grande partie de la sérine est entraînée, et les chiffres d'azote restant se rapprochent considérablement de ceux que donne la précipitation trichloracétique. 2° En présence de formol, la précipitation des matières protéiques du sérum par l'acétone est aussi plus complète. 3° Par contre, dans les expériences des auteurs, la précipitation des matières protéiques par l'alcool, à l'ébullition, n'est pas influencée par le formol. 4° Il semble bien que, en présence de formol, l'acide trichloracétique précipite, avec les albumines vraies du sérum, une fraction des composés azotés intermédiaires entre celles-ci et les acides aminés. — M. **Henri-Jean Frossard** : *Sur la tension artérielle et sa mesure par la méthode pulsatoire*. Les méthodes oscillométriques et ausculatoires convergent dans la méthode pulsatoire qui semble, en considérant le maximum pulsatoire, donner la valeur du coup de bélier cardiaque susceptible de faire sauter l'artère. L'écart des deux maxima indiquerait la valeur de la dilatabilité artérielle et de l'état de l'endartère, précurseur des thromboses.

Séance du 2 Juin 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **Gaston Julia** : *Sur quelques majorantes harmoniques*. — M. **Georges Bouligand** : *Pôles, singularités essentielles*. — M. **Victor Valcovici** : *Sur un problème mixte*. — M. **T. Bonnesen** : *Inégalités entre des moyennes arithmétiques*. — M. **Léonidas Kantorovitch** : *Sur les fonctions du type (U)*. — M. **Luigi Fantappié** : *Les singularités d'une fonctionnelle analytique linéaire d'une fonction de plusieurs variables*. — M. **J. Haag** : *Sur la théorie du spiral*. — M. **Mesnager** : *Sur la détermination optique des tensions intérieures dans les solides à trois dimensions*. — M. **Jean Chazy** : *Sur la vitesse de propagation de l'attraction*. — M. **N. Stoyko** : *Sur l'orbite de l'astre transneptunien découvert à l'observatoire Lowell*.

2° Sciences physiques. — M. **J. Le Roux** : *Sur l'interprétation de l'expérience de Michelson*. — M. **Edgar Baticle** : *Sur le problème du mur soutenant un massif pulvérulent*. — Mlle **Simone Boudin** : *Stratifications cristallines colorées. Etudes de la paratoluidine, de la β-naphtylamine, de la diphénylamine*. — M. **H. Deslandres** : *Propriétés des séries et raies anormales dans les spectres atomiques*. — M. **R. Forrer** : *Sur une méthode de discussion des moments magnétiques des alliages et la commune mesure des moments atomiques*. — M. **A. Dauvillier** : *Réalisation de la microradiographie intégrale*. L'auteur a réussi à obtenir des images de coupes microscopiques supportant les plus forts grossissements réalisables. Il a employé les plaques imaginées par Lippmann pour la photographie interférentielle en les préparant par une technique à l'argent colloïdal. Ces émulsions sont environ mille fois moins sensibles aux rayons X que les plaques du commerce à gros grains; elles sont par contre notablement plus sensibles au noircissement direct. Les applications de la méthode décrite dans cette Note sont aussi nombreuses que celles du microscope lui-même ; les colorants sont ici remplacés par des éléments minéraux se fixant électivement. Cette méthode marque enfin le premier stade de la solution du problème de l'extension du pouvoir grossissant du microscope par substitution des rayons X à la lumière. — Mme **Pierre Curie** et Mme **S. Cotelle** : *Sur la vie moyenne de l'ionium*. — M. **F. Joliot** et Mme **Irène Kurie** : *Rayonnements associés à l'émission des rayons X du polonium*. — MM. **G. Reboul** et **G. Déchène** : *Activation de la matière par l'aigrette*. — M. **Louis d'Or** : *Etude manométrique et spectrographique de la dissociation thermique de la pyrite FeS^2*. — MM. **M. Bourguel** et **P. Daure** : *Constitution chimique et effet Raman ; la liaison acétylénique*. — M. **Ch. Jovignot** : *Méthode et appareil d'essai donnant le coefficient d'extension et la charge de rupture des produits métallurgiques en feuilles*. L'auteur décrit une nouvelle méthode réalisée par un mécanisme facile à mettre en œuvre, qui permet de déterminer le coefficient d'extension dans tous les sens du métal dit « coefficient d'emboutissage », ainsi que la charge de rupture, d'une manière simple et précise, à l'aide d'appareils enregistreurs, en même temps qu'elle renseigne sur l'homogénéité du métal. — MM. **J. Dupon**, **J. Lévy** et **J. Allard** : *Sur le mécanisme de l'action des catalyseurs dans l'autoxydation de l'acide abiétique*. Les auteurs ont étudié l'action catalytique de l'abiétate de cobalt qui est le plus actif des catalyseurs positifs. Les résultats consignés dans cette Note montrent que, dans l'abiétate acide oxydé, doit exister un complexe très absorbant pour les radiations bleues et violettes. Ce complexe existe déjà en petite quantité, par suite d'une oxydation inévitable dans l'abiétate acide fraîchement préparé. C'est ce complexe qui est le véritable catalyseur d'oxydation. — M. **Georges Darzens** :

Sur la transformation par isomérisation de la benzylvalérolactone en acide tétrahydrométhylnaphtalène-carbonique. — M. **Félix François** : *Action du sélénoxanthydrol sur les β-dicétones et l'acétylacétate d'éthyle.* — Mlle **Marie-Thérèse François** : *Sur la neutralisation des huiles de ricin.* Il est possible d'abaisser l'acidité des huiles de ricin en les traitant par la quantité théoriquement nécessaire de triéthanolamine industrielle en solution aqueuse ; un excès de base soluble dans l'huile, n'a aucune influence sur l'acidité déterminée en présence de phtaléine du phénol. Ces huiles partiellement neutralisées possèdent des caractères physiques et chimiques conformes aux conditions exigées par le cahier des charges de l'aéronautique. La viscosité des produits obtenus semble devoir s'élever. La méthode de neutralisation n'introduit de cendres lors de la combustion de l'huile. — M. **Paul Combes** et **Roger Campredon** : *Etude d'un nouveau gisement de calcite mis à jour dans le creusement de la forme-entrée du port de Saint-Nazaire.*

3o Sciences naturelles. — M. **Jacques de Lapparent** : *De la teneur du titane dans les bauxites.* Les bauxites de la France méridionale ont une teneur relativement forte en titane (de 3 à 6 p. 100 de TiO^2). En dehors de ceux-ci certains bauxites offrent une teneur en titane très élevée qui atteint couramment 8 p. 100 et se tient même parfois à la hauteur de 12 p. 100. C'est le cas des bauxites issues des coulées basaltiques du Deccan, dans l'Inde. Quelle que soit la richesse en titane des bauxites il semble que ce corps compose toujours, dans ces roches, des minéraux anhydres : rutile anabase, liménite. — M. **L. Dollé** : *Les* marcas *du haut plateau d'Artois.* Les *marcas* sont des dépressions et des entonnoirs qui sont tantôt isolés, tantôt juxtaposés et se rencontrent aussi bien en plein champ qu'au milieu d'habitations. Leur profondeur varie de 1 à 8 mètres. Là où se forment des marças, les murs des habitations se crevassent, y descendent, les chemins s'effondrent, les eaux de surface et de ruissellement disparaissent dans ces cavités, y entraînent l'eau des fossés, les purins, etc., aussi les puits des agglomérations sont-ils constamment pollués. Les marcas (bétoires) fréquents dans les régions des calcaires jurassiques et considérés jusqu'ici comme rares dans les régions crétacées, se multiplient depuis quelques années (vallée de l'Escaut, région de Cambrai, Artois) et leur étude suscite des observations nouvelles, d'ordre pratique et scientifique, que l'auteur expose dans la présente Note. — M. L. **Blaringhem** : *Sur l'hérédité du sexe chez l'Ancolie* (Aquilegia vulgaris *L.*). Par des isolements heureux, on peut obtenir en quelques génération des lots de plantes femelles à partir de populations très pauvres; ces réussites sont exceptionnelles mais traduisent bien le mode d'hérédité du sexe qui est celui des mutantes (*Œnothera lata*, *Spinacia oleracea*, *Zea Mays*, *Dianthus*, *Silene*, Lychnis...). L'obtention de lignées femelles est précieuse pour l'étude génétique des races horticoles. Il n'y a pas de meilleur procédé, pour analyser ces singularités horticoles et les phénomènes tératologiques, que de faire l'épreuve des pollens sur des lignées femelles bien connues. La méthode consiste à utiliser dans les réactions génétiques, des pédigrées de plantes qui n'ont en activité qu'un sexe, femelle ou mâle, par une sorte de désagrégation de l'espèce en types plus simples et plus uniformes. — M. A. **Guillermond** : *Homo et hétérothallisme chez les Levures. Schizosaccharomyces Octosporus* est une espèce homothallique : les ascopores sont bisexuées, mais la ségrégation des sexes qui n'est pas en rapport avec la mitose peut s'effectuer dès le cloisonnement de l'ascopore. *Zysaccharomyces Nishiwakii* est aussi homothallique, mais chez elle, la ségrégation des sexes beaucoup plus tardive ne s'opère qu'après un bourgeonnement actif. — M. **André Dauphiné** : *Caractères histologiques des racines développées isolément.* La structure des racines de Lupin cultivées isolément montre que les conditions anormales de leur développement n'ont pas d'influence sur les caractères fondamentaux, topographie des régions et évolution de l'appareil conducteur : ce sont là des caractères acquis et profondément fixés par l'hérédité dès la formation de la radicule embryonnaire. Au contraire les conditions de vie de ces racines provoquent des réactions dans les tissus considérés en eux-mêmes, principalement dans les tissus conjonctifs situés au voisinage de l'appareil conducteur, en particulier du phloème. — M. **Philippe Fabre** : *Un hémodromographe électrique.* Une étude complète du régime ondulatoire dans les artères ou les tubes élastiques des schémas circulatoires exige à la fois un enregistrement de pression et un enregistrement de vitesse de liquide. A cet effet l'auteur a établi un dispositif électrique, non point seulement pour la transmission mais pour la génération même d'un phénomène lié aux variations de vitesse du liquide. Il expose le principe de sa méthode et décrit l'appareil qu'il a imaginé. — M. **Gordon H Scott** : *Sur la disposition des constituants minéraux du noyau pendant la mitose.* La peau du têtard de Grenouille a été choisie comme objet d'étude en raison des dimensions de ses cellules et de la facilité d'obtenir des lames minces sans faire intervenir la méthode habituelle des coupes. Au cours de la mitose, les matières minérales fixes du noyau, qui semblent bien être contenues dans le matériel chromatique, suivent les chromosomes pendant leur changement de forme. Il y a dans quelques stades, prophase et anaphase, une dispersion très légère des sels fixes sous la forme de dépôt fin entre les chromosomes. — MM. **I.-I Nitzescu** et **I.-D. Georgescu** : *La teneur en acide citrique de quelques liquides animaux* (*liquide céphalo-rachidien, humeur aqueuse liquide folliculaire, liquide amniotique*).

Séance du 16 *Juin* 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Abelès** : *Représentation nomographique de fonctions analytiques. Application à la trigonométrie complexe.* — Mme **Julie Rozanska** : *Sur les décompositions continues de surfaces en des courbes cantoriennes.* — M. **André Roussel** : *Fonction dont l'accroissement infinitésimal a une expression donnée.* — M. **Marcel Vinants** : *Equation différentielle linéaire du troisième ordre et courbe intégrale passant par trois points donnés.* — M. M. **Fekete** : *Sur les changements de signe d'une fonction continue dans un intervalle.* — M. **Vignaux** : *Sur une méthode de sommation d'intégrales divergentes.* — M. **H.-E. Bray** : *Sur les fonctions à écart fini.* — M. **P.-J. Myrberg** :

L'existence de la fonction de Green pour un domaine plan donné. — M. **G. Maneff** : *La gravitation et l'énergie au zéro*. — M. **Léon Leconnu** : *Sur les surfaces funiculaires*. — M. **Al. Proca** : *Sur l'équation de Dirac*. — M. **N. Stoyko** : *Influence des termes des troisième et quatrième ordres dans l'emploi de la méthode de M. E. Esclangon pour la détermination de l'orbite d'un astre. Application à l'astre transneptunien*. — M. **Ernest Esclangon** : *Remarques au sujet de la Note précédente*. — M. **Fernand Baldet** : *Sur le noyau de la comète Schwassmann Wachmann (1930 d.)*.

2° Sciences physiques. — M. **L. Décombe** : *Théorie ondulatoire des phénomènes quantiques. Nouveaux résultats*. — MM. **F. Holwec** et **P. Lejay** : *Un instrument transportable pour la mesure rapide de la gravité*. — MM. **H. Muraour** et **G. Aunis** : *Sur l'accord entre les pressions explosives calculées et les pressions explosives expérimentales*. Les pressions explosives calculées à partir des nouvelles chaleurs spécifiques de Nernst-Wohl sont, pour un mélange gazeux de la composition indiquée dans la présente note, en parfait accord avec les pressions expérimentales corrigées du refroidissement mesurées soit dans la bombe de 150 cm. (crushers en cuivre de $\frac{8}{13}$, table piston libre Burlot), soit dans la bombe Krupp. — MM. **R. Forrer** et **J. Schneider** : *Sur la production par les recuits des deux états du fer pur, stables à la température ordinaire*. L'état exceptionnel du fer, caractérisé par le triplet magnétique dissymétrique, tend à se produire dans le recuit à 650°. Certaines impuretés semblent favoriser cet état. — MM. **Armand de Gramont** et **Georges Marboux** : *Comparaison de quartz piézo-électriques oscillant à des fréquences voisines*. — M. **L. Abonnec** : *Mesure du coefficient d'aimantation de solutions aqueuses par la méthode des gouttes tombantes*. — MM. **R. Turpain** et **R. de Bony de Lavergne** : *Sur un ultramicroscope permettant de projeter directement les tests ultramicroscopiques et le mouvement brownien*. — M. **V. Fock** : *La mécanique des photons*. — M. **F. Prevet** : *Sur le mode d'action de l'acide borique sur la phosphorescence des sulfures de zinc préparés par la méthode de l'explosion*. — MM. **R. Coustal** : *Poissons et phosphorogènes pour le sulfure de zinc phosphorescent*. — M. **E. Estanave** : *Photographies intégrales obtenues sans objectifs*. — M. **Hubert Garrigue** : *Sur le passage du courant continu dans l'acétone*. — M. **Georges Fournier** : *Sur une relation entre la capacité de filiation des atomes radioactifs et la vitesse des rayons qu'ils émettent*. — M. **Augustin Boutaric** et Mlle **Madeleine Roy** : *Sur la radioactivité des matériaux provenant de toitures anciennes*. Les résultats expérimentaux rapportés dans la présente Note permettent de conclure que la radioactivité acquise par les matériaux les plus divers (métaux, ardoise, verre) exposés à l'air libre peut s'expliquer uniquement par l'action des eaux pluviales. — MM. **Léon Guillet** et **Marcel Ballay** : *Influence de la trempe sur la résistivité et la résistance au cisaillement des alliages aluminium-silicium. Résistivité de l'aluminium pur*. — MM. **W. Broniewski** et **J. Strasburger** : *Sur la structure des alliages cuivre-zinc*. — MM. **H. Colin** et **A. Chaudun** : *Le complexe entre l'enzyme et les produits d'hydrolyse lors de l'inversion diastasique du sucre*. — MM. **Guichard**, **Dlaussmann**, **Billon** et **Lanthony** : *Sur la dureté du nickel écroui ou électrolytique*. — MM. **G. Dupont** et **J. Allard** : *Sur le mécanisme de l'action antioxygène*. — M. **H. Forestier** : *Action du champ magnétique sur la vitesse de dissolution du fer dans le chlorure de cuivre Cl^2Cu*. — M. **Alfred Molnar** : *Nouvelles recherches sur l'écrouissage du plomb, de l'étain, du cadmium et du zinc à différentes températures*. Contrairement à ce que l'on croyait pendant longtemps, le plomb, l'étain et le zinc, s'écrouissent à la température ordinaire, mais leur recuit, excepté celui du zinc, est spontané à cette température, le métal se recuisant au bout d'un temps plus ou moins long. — MM. **Jean Cournot** et **Jean Bary** : *Sur le traitement des alliages sidérurgiques dans les solutions de quelques phosphates métalliques*. — MM. **V. Grignard** et **J. Colonge** : *Sur la condensation des cétones. Extension de la méthode classique*. — M. **F. Taboury** : *Action de l'acide sulfurique sur le mercure à la température ordinaire*. A la température ordinaire, 20° environ, SO^4H réagit sur Hg avec dégagement unique de SO^2. Les cristaux formés ont pour composition SO^3Hg^2O, SO^3H^2O. Ce sel acide est très facilement détruit par l'eau. — M. **Picon** : *Sur le camphocarbonate de mercure et quelques produits mercuriels dérivés*. — MM. **E. Huguenard**, **A. Magnan** et **A. Planiol** : *Sur une méthode de mesure de la turbulence de l'atmosphère*.

3° Sciences naturelles. — M. **Charles Combaluzier** : *Limites des dépôts burdigaliens dans la basse Provence*. La mer burdigalienne n'a pas recouvert toute l'étendue qu'on lui attribue dans la basse Provence. En allant du Sud au Nord, elle formait un golfe dans la région de la Nerthe et de l'étang de Berre ; puis elle contournait une ligne de terres émergées dirigées Est-Ouest correspondant à peu près à la chaîne de la Fare ; elle s'étalait ensuite dans le golfe durancien proprement dit sous lequel se trouvaient au Sud les chaînes des Alpines et des Costes, et au Nord le Luberon. Prouver l'existence des limites sud de ce golfe, en des régions que l'on croyait submergées par la mer burdigalienne tel est le but de la présente Note. — M. **H. Derville** : *Le marbre Henriette, banc récifal construit par des Algues calcaires*. — **Yves Milon** : *Sur la présence de calcaires à Globigérines dans le Bartonien de la Sarthe*. Les calcaires de Bonnétable (Sarthe) doivent être considérés, non comme des calcaires lacustres, mais comme une boue à Globigérines dans laquelle les Mollusques d'eau douce sont groupés accidentellement. Cette microfaune pélagique indique des communications faciles avec la haute mer d'un grand bassin océanique qui a dû être l'Atlantique, et il faut sans doute rechercher vers le Beaugeois, et la vallée de la Loire, les témoins de cette mer bartonienne, qui a dû être largement ouverte vers le Sud-Ouest. La grande pénéplanation éocène, à laquelle on attribue généralement une origine continentale, a pu être accentuée, ou même commandée, par cette invasion marine. — MM. **Guilliermond**, **Dufrenoy** et **Labrousse** : *Germination des graines de Tabac dans des milieux additionnés de rouge neutre et coloration du vacuome pendant le déve-*

loppement des plantules. Le rouge neutre, jusqu'à une certaine concentration n'est pas toxique et ne gêne nullement la germination des graines de Tabac qui se développent d'une manière normale dans des milieux additionnés de ce colorant, tout en accumulant dans les cellules méristématiques le rouge neutre dans leurs racines et dans les vaisseaux du bois. Toutefois, dans ces conditions la coloration du vacuome est sous la dépendance étroite du *p*H et ne se produit qu'à un *p*H voisin de la neutralité. Elle fait toujours défaut à un *p*H plus acide que 5,5. Il semble donc que l'acidité du milieu diminue la perméabilité des cellules pour le colorant. — Mlle **Eudoxie Bachrach** et Mme **Pillet** : *Microincinération des Diatomées sans carapace*. La microincinération de Diatomées sans carapace, a montré que la zone hyaline, qui entoure le corps des Diatomées « nues », ne contient pas trace de cendres minérales ; par conséquent toute l'armature siliceuse a effectivement disparu. Les auteurs n'ont pas pu, par cette méthode, déceler une perturbation appréciable dans le métabolisme du calcium. — M. **Aug. Chevalier** : *Sur les trois périodes de réveil de la nature au Sénégal*. En ce qui concerne le renouveau de la végétation, il existe trois saisons se traduisant par des changements dans la physionomie de la végétation : 1° Le début de l'hivernage (Mai-Juin) marque le reverdissement du tapis végétal. 2° Fin Octobre et pendant Novembre, c'est-à-dire au début de la saison sèche, commence un autre renouveau. 3° Pour un grand nombre d'arbres et d'arbustes, c'est seulement en avril-mai, un ou deux mois avant l'arrivée des pluies, que s'opère le troisième renouveau. — MM. **G. Nicolas** et Mlle **Aggery** : *Un troisième exemple d'infection bactérienne généralisée chez les végétaux*. — M. **Marcel Chopin** : *Propriétés mécaniques additives des pâtes de farine de froment*. L'auteur appelle W le travail spécifique, évalué en ergs par gramme, de déformation lamellaire d'une éprouvette cylindrique de pâte de farine pesant 1 gr. L'étude de blés d'origines très diverses et de leurs mélanges a montré que : 1° Le travail de déformation W caractérise le blé dont la farine est extraite. Il varie dans des limites considérables, passant de 15×10^3 pour des blés de variétés à peine panifiables, à 350×10^3 pour les meilleurs blés de l'Amérique du Nord. 2° Le W d'un mélange est une fonction additive des W des constituants. — MM. **C. Vaney** et **A. Bonnet** : *Les phénomènes d'autotomie chez le* Spirographis spallanzanii. Chez *Spirographis spallanzanii* la cautérisation des ganglions cérébroïdes provoque toujours l'autotomie du panache et celle des ganglions thoraciques ou abdominaux l'autotomie du tronc. Ces phénomènes paraissent nettement en relation avec le système nerveux. — MM. **Jean Régnier** et **Guillaume Valette** : *Etude du mode de fixation du chlorhydrate de cocaïne snr les fibres nerveuses*. Les auteurs ont d'abord vérifié que la fixation du chlorhydrate de cocaïne sur le charbon animal suivait bien l'équation d'adsorption de Freundlich. Puis ils ont remplacé le charbon animal par des nerfs et les résultats qu'ils ont obtenus (rapidité de fixation, forme des courbes, valeur de $\frac{1}{n}$) semblent indiquer que la cocaïne se fixe sur la fibre nerveuse par un processus d'adsorption normale. — M. **L. Lutz** : *Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons Hyménomycètes. La dégradation de la matière ligneuse*. La dégradation de la matière ligneuse par les Champignons destructeurs apparaît comme une hydrolyse progressive typique, dégradant successivement la lignine, la cellulose et, finalement, la lamelle mitoyenne des cellules, en passant par l'intermédiaire de gommes insolubles et de gommes solubles pour aboutir aux sucres qui constituent pour le Champignon l'aliment carboné définitif. — MM. **M. Lemoigne** et **P. Monguillon** : *Présence de l'acétylméthylcarbinol et du 2.3-butylèneglycol chez les plantes supérieures. Formation au cours de la germination*. La présence d'acétylméthylcarbinol est fréquente dans les graines en germination où se trouve également du 2.3-butylèneglycol. Ces substances, qui ont un rôle si important dans les fermentations microbiennes des glucides, sont donc également produites par les végétaux supérieurs. — M. **Claude Fromageot** et Mlle **M. Watremez** : *Comparaison entre les pouvoirs tampon du glycocolle et de la glycylglycine*. Les mesures des auteurs montrent nettement que le pouvoir tampon de la glycylglycine est considérablement plus fort que celui du glycocolle. C'est donc bien à la différence de ces pouvoirs tampon qu'est due la différence, en moins, que l'on trouve lorsqu'on dose des polypeptides par le dosage de Soerensen. Il apparaît donc que pour obtenir des chiffres convenables lorsque l'on veut doser soit des acides aminés, soit des polypeptides au moyen de cette méthode, il faut prendre un indicateur qui vire pour un *p*H plus bas que celui qui correspond à la phénolphtaléine, et plus ce *p*H se rapprochera de *p*H 6, plus exacts seront les chiffres obtenus. — M. **Radu Codreanu** : *La nutrition et l'action sur l'hôte de* Symbiocladius rhithrogenae, *Chironomide à larve ectoparasite des nymphes d'Ephémères*. Libre à l'état adulte, *Symbiocladius rhithrogenae* est, pendant sa vie larvaire, un uto-parasite véritable des nymphes de *Rhithrogena* sp. Son régime est principalement hématophage et il arrête finalement le développement des Ephémères parasitées. Après l'éclosion du Chironome, les Rhitrogènes meurent dans un état de cachexie manifeste, déterminée surtout par le déséquilibre qui se crée entre les tissus de leur organisme sous l'action de la larve parasite.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens.—10-30